

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

*Seduta del 20 novembre 1910.*

F. D'OTVIDO Vicepresidente.

## MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Astronomia. — *Cometa 1910 e Cerulli*. Nota del Socio E. MILOSEVICH.

Oltre il nuovo pianetino « Interamnia », scoperto fotograficamente dal dott. Vincenzo Cerulli, e del quale comunicai all'Accademia le prime osservazioni fatte all'Osservatorio al Collegio Romano, il valente astronomo Teramano ritrovava, l'8 corrente, su una lastra fotografica, una cometa di nucleo stellare di  $10^m.2$  avvolta da lieve nebulosità. L'astro fu osservato all'Osservatorio al Collegio Romano il giorno 9, e la scoperta del dott. Cerulli fu comunicata all'Ufficio internazionale astronomico di Kiel. Ecco le osservazioni fatte da me e dal dott. E. Bianchi all'equatoriale di 38 cm.

Data	$\alpha$ n. R. C. R.	$\alpha$ apparente cometa	$\delta$ apparente cometa
1910 novembre 9	$8^h 20^m 44^s$	$3^h 38^m 35^s$ 87 ( $9^m.589$ )	$+ 8^{\circ} 45' 19''$ 8 (0.725)
" "	10	3 38 32.67 ( $9^m.630$ )	$+ 8^{\circ} 35' 46''$ 0 (0.743)
" "	11	3 38 35.64 ( $9^m.602$ )	$+ 8^{\circ} 19' 22''$ 6 (0.730)
" "	12	3 38 28.83 ( $9^m.577$ )	$+ 7^{\circ} 58' 22''$ 7 (0.726)

I primi elementi orbitali lasciano frondatamente sospettare (come è comunicato dall'Ufficio internazionale astronomico di Kiel) una identità della cometa Cerulli colla cometa periodica di Faye. Di questa non si possedeva alcuna effemeride per l'attuale passaggio al perielio. Lo splendore del nucleo

della cometa può abbastanza bene essere giustificato se, nell'ipotesi dell'identità, si pensa che l'opposizione dell'astro sarebbe in coincidenza abbastanza stretta col passaggio al perielio. Se la cometa ritrovata dal dott. Cerulli sulla lastra fotografica è la cometa periodica di Faye, il servizio reso alla scienza è maggiore di quello che sarebbe se l'astro fosse una cometa nuova.

**Matematica.** — *Sulla variazione di curvatura delle geodetiche spiccate da un punto di una superficie.* Nota di U. CISOTTI, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

Occupandomi del comportamento in superficie di certe funzioni potenziali, ho avuto bisogno di risolvere la questione che forma argomento della presente Nota. Sia data una superficie  $\sigma$ , si fissi sopra essa un punto  $M$ , del resto qualunque, e si considerino tutte le geodetiche di  $\sigma$  spiccate da  $M$ .

Sia  $c$  la curvatura di una generica di esse, e  $ds$  il suo elemento di arco; si domanda: come varia, da geodetica a geodetica, la  $\frac{dc}{ds}$  in  $M$ ?

Dette  $c_1$  e  $c_2$  le curvature principali di  $\sigma$  in  $M$ ,  $ds_u$  e  $ds_v$  gli elementi d'arco delle linee di curvatura  $u$ ,  $v$ , e  $\theta$  l'angolo che la geodetica che si considera, forma colla linea  $v$ , la formula che contiene la risposta alla domanda precedente, è

$$(I) \quad \frac{dc}{ds} = \frac{\partial c_2}{\partial s_v} \cos^3 \theta + \frac{\partial c_1}{\partial s_u} \sin^3 \theta + \frac{3}{2} \left[ \frac{\partial c_2}{\partial s_u} \cos \theta + \frac{\partial c_1}{\partial s_v} \sin \theta \right] \sin 2\theta.$$

Per le superficie di rotazione essa assume la forma, notevolmente più semplice

$$(II) \quad \frac{dc}{ds} = c_2 \left[ \frac{dc_2}{d\varphi} \cos^2 \theta + 3 \frac{dc_1}{d\varphi} \sin^2 \theta \right] \cos \theta,$$

essendo  $\varphi$  la latitudine.

Applicando la (II) all'ellissoide schiacciato (seconda approssimazione del geoide) si ritrova una formula ben nota in geodesia.

Dalle precedenti formule scende la seguente notevole proposizione. Fra tutte le geodetiche spiccate da un punto di una superficie, ve ne sono, in generale, tre secondo cui la variazione della curvatura è nulla <sup>(1)</sup> e tre secondo le quali questa variazione raggiunge un massimo o un minimo. In particolare, sulle superficie di rotazione, è nulla in un generico punto la  $\frac{dc}{ds}$  relativa alla geodetica normale al meridiano, in quel punto.

(1) Una proposizione analoga, per le sezioni normali, fu enunciata, già molti anni or sono, da A. Transon, Journal de Mathématiques, tom. VI, 1841, pag. 199.

1. Si consideri una superficie  $\sigma$  dotata in ogni punto di piano tangente e di linee di curvatura.

Fissiamo sopra  $\sigma$  due sistemi di linee coordinate  $u, v$ .

Siano corrispondentemente

$$(1) \quad ds^2 = E du^2 + 2F du dv + G dv^2,$$

$$(2) \quad \Phi = D du^2 + 2D' du dv + D'' dv^2,$$

la prima e la seconda forma fondamentale della superficie  $\sigma$ .

Sia  $l$  una linea qualunque tracciata sopra  $\sigma$ , e chiamiamo:  $c$  la curvatura di  $l$  in un generico suo punto  $M$ ;  $\varepsilon$  l'angolo, contato tra  $0$  e  $\pi$ , formato dalle direzioni positive della normale principale di  $l$  e della normale alla superficie in  $M$ .

Pel teorema di Meusnier si ha

$$(3) \quad c \cos \varepsilon = \frac{\Phi}{ds^2}.$$

Se  $l$  è una geodetica di  $\sigma$  si ha  $\cos \varepsilon = \pm 1$ , secondochè la concavità di  $l$  è rivolta verso la direzione positiva o negativa della normale.

Per questa, la (3) intanto diviene  $c = \pm \frac{\Phi}{ds^2}$ . È opportuno attribuire un segno anche a  $c$ . Converremo di contare  $c$  positivo, se la direzione che va dal centro di curvatura della geodetica  $l$  al piede  $M$  della normale coincide col verso positivo di questa, negativo nel caso opposto. Con questa convenzione abbiamo in tutti i casi <sup>(1)</sup>

$$(4) \quad c = - \frac{\Phi}{ds^2}.$$

Assumiamo ora a linee coordinate le linee di curvatura; indicando con  $c_1, c_2$  le curvature principali di  $\sigma$  nel generico suo punto  $M$ , abbiamo <sup>(2)</sup>

$$(5) \quad F = D' = 0, \quad D = -c_2 E, \quad D'' = -c_1 G.$$

Per queste e per la (2), la (4) diviene

$$c = c_2 E \left( \frac{du}{ds} \right)^2 + c_1 G \left( \frac{dv}{ds} \right)^2.$$

Indicando con  $\theta$  l'angolo formato dalle tangenti in  $M$  alla geodetica  $l$  ed alla linea  $v$ , abbiamo

$$(6) \quad \sqrt{E} \frac{du}{ds} = \cos \theta, \quad \sqrt{G} \frac{dv}{ds} = \sin \theta.$$

<sup>(1)</sup> Cfr. Bianchi, loc. cit., pp. 121 e 131.

<sup>(2)</sup> Cfr. Bianchi, *Lezioni di geometria differenziale*. Pisa, Spoerri, 1902, vol. I, pag. 130.



Per queste la precedente diviene

$$(7) \quad c = c_2 \cos^2 \theta + c_1 \sin^2 \theta.$$

Questa formula definisce il modo di variare della curvatura spettante alle geodetiche passanti pel punto M. Come è ben naturale, essa coincide colla nota formula di Eulero per le sezioni normali. Ma è importante rilevare che mentre per le sezioni normali, in un punto assegnato, la (7) vale solo *localmente*, essa continua invece a valere lungo una qualsiasi geodetica.

Chiamiamo  $s$  l'arco di una geodetica uscente da M, contato a partire da M stesso.

Per quanto si è detto, la (7) è derivabile rispetto ad  $s$ ; si ottiene così

$$(8) \quad \frac{dc}{ds} = \frac{dc_2}{ds} \cos^2 \theta + \frac{dc_1}{ds} \sin^2 \theta + (c_1 - c_2) \cdot \sin 2\theta \cdot \frac{d\theta}{ds},$$

dove la  $\frac{d\theta}{ds}$  è definita, a norma della equazione differenziale di Gauss per le geodetiche, dalla relazione seguente <sup>(1)</sup>:

$$(9) \quad \frac{d\theta}{ds} = \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} \frac{du}{ds} - \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} \frac{dv}{ds}.$$

A questa relazione può darsi un'altra forma contenente soltanto elementi intrinseci della superficie.

Le formule di Mainardi-Codazzi <sup>(2)</sup>

$$\frac{\partial}{\partial v} \left[ \frac{D}{\sqrt{E}} \right] - \frac{D''}{G} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial u} \left[ \frac{D''}{\sqrt{G}} \right] - \frac{D}{E} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} = 0,$$

per le (5), danno rispettivamente

$$\frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} = \frac{1}{c_1 - c_2} \frac{\partial c_2}{\partial v}, \quad \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} = \frac{-1}{c_1 - c_2} \cdot \frac{\partial c_1}{\partial u}.$$

Per queste e per le (6), la (9) diviene

$$\frac{d\theta}{ds} = \frac{1}{c_1 - c_2} \left[ \frac{\cos \theta}{\sqrt{G}} \frac{\partial c_2}{\partial v} + \frac{\sin \theta}{\sqrt{E}} \frac{\partial c_1}{\partial u} \right],$$

ovvero, introducendo gli archi elementari  $ds_u, ds_v$  delle  $u, v$ , legati a  $dv$  e  $du$  dalle note formule

$$(10) \quad ds_u = \sqrt{G} dv, \quad ds_v = \sqrt{E} du,$$

<sup>(1)</sup> Cfr. Bianchi, loc. cit., pag. 190.

<sup>(2)</sup> Cfr. Bianchi, loc. cit., pag. 122.

la (9) in definitiva può scriversi in forma intrinseca nel modo seguente

$$(9') \quad \frac{d\theta}{ds} = \frac{1}{c_1 - c_2} \left[ \frac{\partial c_2}{\partial s_u} \cos \theta + \frac{\partial c_1}{\partial s_v} \sin \theta \right] \quad (1).$$

D'altra parte, per le (6) e le (10), abbiamo

$$\frac{dc_i}{ds} = \frac{\partial c_i}{\partial u} \frac{du}{ds} + \frac{\partial c_i}{\partial v} \frac{dv}{ds} = \frac{\cos \theta}{1/E} \frac{\partial c_i}{\partial u} + \frac{\sin \theta}{1/G} \frac{\partial c_i}{\partial v} = \frac{\partial c_i}{\partial s_v} \cos \theta + \frac{\partial c_i}{\partial s_u} \sin \theta, \\ (i = 1, 2).$$

Per queste e per la (9'), dalla (8) si ottiene in definitiva

$$(8') \quad \frac{dc}{ds} = \frac{\partial c_2}{\partial s_v} \cos^3 \theta + \frac{\partial c_1}{\partial s_u} \sin^3 \theta + \frac{3}{2} \left[ \frac{\partial c_2}{\partial s_u} \cos \theta + \frac{\partial c_1}{\partial s_v} \sin \theta \right] \sin 2\theta.$$

Questa formula esprime appunto il modo di variare di  $\frac{dc}{ds}$  in M al variare

di  $\theta$ , essendo  $\frac{\partial c_1}{\partial s_v}$ ,  $\frac{\partial c_1}{\partial s_u}$ ,  $\frac{\partial c_2}{\partial s_v}$ ,  $\frac{\partial c_2}{\partial s_u}$  elementi intrinseci della superficie.

2. È interessante notare che, mentre la media dei valori di  $c$  in M, cioè  $\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} c d\theta$  è notoriamente la curvatura media  $\frac{c_1 + c_2}{2}$  della superficie in M, invece la media dei valori di  $\frac{dc}{ds}$  in M è identicamente nulla.

Infatti se si nota che sono nulli gli integrali

$$\int_0^{2\pi} \cos^3 \theta d\theta, \quad \int_0^{2\pi} \sin^3 \theta d\theta, \quad \int_0^{2\pi} \cos \theta \sin 2\theta d\theta, \quad \int_0^{2\pi} \sin \theta \sin 2\theta d\theta,$$

dalla (8') risulta nullo l'  $\int_0^{2\pi} \frac{dc}{ds} d\theta$ ; c. d. d.

Dalla (8') e da quella che se ne ottiene mediante derivazione rispetto a  $\theta$  scende la seguente proposizione. *Fra tutte le geodetiche spiccate da*

(1) Alla (9') si può pervenire assai speditamente coi metodi del prof. Ricci [*Lezioni sulla teoria delle superficie*. Padova, fratelli Drucker (1898), ed. litografata]. Infatti la equazione differenziale di Gauss si trova ivi già espressa in forma intrinseca, nel modo seguente:  $\frac{d\theta}{ds} = \gamma \cos \theta - (\gamma) \sin \theta$ , essendo  $\gamma$  e  $(\gamma)$  le curvatures geodetiche [cfr. Ricci, loc. cit., pp. 174-175-184-186] di due sistemi di linee ortogonali tracciate sulla superficie. Le formule di Mainardi-Codazzi danno allora nel nostro caso

$$(c_2 - c_1) \gamma = \frac{\partial c_1}{\partial s_v}, \quad (c_1 - c_2) \gamma = \frac{\partial c_2}{\partial s_u},$$

[cfr. Ricci, loc. cit., pag. 296, formula  $c_1$ ] in cui si sono cambiati  $\omega_1$  e  $\omega_2$  rispettivamente in  $c_2$  e  $c_1$ ; dalle quali si ricavano  $\gamma$  e  $(\gamma)$ , che portate nella precedente espressione di  $\frac{d\theta}{ds}$ , danno senz'altro la (9').

un punto di una superficie ve ne sono, in generale, tre secondo cui la variazione della curvatura è nulla ( $\frac{dc}{ds} = 0$ ); e tre secondo cui questa variazione raggiunge un massimo o un minimo ( $\frac{d}{d\theta} \frac{dc}{ds} = 0$ ).

3. Per le superficie di rotazione la (8') si semplifica notevolmente.

Le linee di curvatura  $v$  e  $u$  sono rispettivamente i meridiani ed i paralleli. Sussistono perciò in ogni punto della superficie le relazioni

$$\frac{\partial c_1}{\partial s_u} = \frac{\partial c_2}{\partial s_u} = 0.$$

Per queste, la (8') diviene

$$\frac{dc}{ds} = \left[ \frac{\partial c_2}{\partial s_v} \cos^2 \theta + 3 \frac{\partial c_1}{\partial s_v} \sin^2 \theta \right] \cos \theta.$$

Se si introduce la latitudine  $\varphi$ , il valore assoluto della curvatura del meridiano è manifestamente  $\frac{|d\varphi|}{ds}$ . Se il senso positivo sulla normale alla superficie (che abbiamo lasciato finora indeterminato) si fissa in modo opportuno <sup>(1)</sup>, si ha in ogni caso  $c_2 = \frac{d\varphi}{ds_v}$ ; perciò la precedente può scriversi in definitiva

$$(11) \quad \frac{dc}{ds} = c_2 \left[ \frac{dc_2}{d\varphi} \cos^2 \theta + 3 \frac{dc_1}{d\varphi} \sin^2 \theta \right] \cos \theta.$$

Da questa risulta, che delle geodetiche spiccate da un punto M di  $\sigma$  quella tangente alla linea  $u$  che passa per M ( $\theta = \pm \frac{\pi}{2}$ ), ha sempre nulla la variazione di curvatura.

Se poi  $\frac{dc_1}{d\varphi}$  e  $\frac{dc_2}{d\varphi}$  hanno in M segni contrari, ne esistono altre due formanti tra loro un angolo

$$2\theta = \arctg \sqrt{-3 \frac{\frac{dc_1}{d\varphi}}{\frac{dc_2}{d\varphi}}}$$

ed avente il meridiano per bisettrice.

4. Immaginiamo, in particolare, che la superficie di cui si tratta sia l'ellissoide schiacciato di rotazione, di semiassi  $a$  e  $b$  e di eccentricità

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}.$$

<sup>(1)</sup> Più precisamente si sceglie per senso positivo della normale quello rivolto verso l'esterno (convessità) o verso l'interno (concavità) del meridiano, secondo che  $\varphi$  cresce o decresce, procedendo lungo il  $ds_v$  che si considera.



Allora è <sup>(1)</sup>

$$(12) \quad c_2 = \frac{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}}{a(1 - e^2)}, \quad c_1 = \frac{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}}{a}.$$

Da queste, derivando, si ricavano le seguenti

$$\frac{dc_2}{d\varphi} = \frac{-3e^2 [1 - e^2 \sin^2 \varphi]^{\frac{1}{2}} \sin 2\varphi}{2a[1 - e^2]}, \quad \frac{dc_1}{d\varphi} = \frac{-e^2 [1 - e^2 \sin^2 \varphi]^{-\frac{1}{2}} \sin 2\varphi}{a}.$$

Per queste, e per le (12), la (11) diviene

$$\frac{dc}{ds} = -\frac{3e^2 \left[ \frac{1 - e^2 \sin^2 \varphi}{1 - e^2} \right]^2 \left[ 1 - \frac{e^2 \cos^2 \varphi \sin^2 \theta}{a^2 c_1^2} \right] \cos \theta \cdot \sin 2\varphi,$$

ovvero, posto

$$(13) \quad 1 - \frac{e^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi}{a^2 c_1^2} = \frac{1}{k},$$

si ha, tenendo sempre presenti le (12),

$$\frac{dc}{ds} = -\frac{3e^2 c_2^2 \sin 2\varphi \cdot \cos \theta}{2k[1 - e^2 \sin^2 \varphi]}.$$

D'altra parte il teorema di Gudermann dà la relazione  $c = \frac{c_2}{k}$ ; che si può dedurre immediatamente dalla (7), ove si tengano presenti le (12) e la (13).

Per questa la precedente può scriversi, dividendo ambo i membri per  $-c^2$ ,

$$(14) \quad -\frac{1}{c^2} \frac{dc}{ds} = \frac{d\frac{1}{c}}{ds} = \frac{3ke^2 \cos \theta \sin 2\varphi}{2[1 - e^2 \sin^2 \varphi]},$$

formula, ben nota in geodesia, che dà la variazione del raggio di curvatura lungo una geodetica dell'ellissoide schiacciato <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Cfr. ad es. Pizzetti, *Trattato di geodesia teoretica*. Bologna, Zanichelli, 1905. pp. 36-37.

<sup>(2)</sup> Cfr. Pizzetti, loc. cit., pag. 61.

**Matematica.** — *Solution générale du problème de développement d'une fonction arbitraire en séries suivant les fonctions fondamentales de Sturm-Liouville.* Nota di W. STEKLOFF, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

1. Désignons par  $V_k(x)$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) les fonctions fondamentales définies par les équations

$$(1) \quad \frac{d}{dx} \left( p(x) \frac{dV_k(x)}{dx} \right) + [q(x) \lambda_k^2 - r(x)] V_k(x) = 0, \quad a < x < b$$

jointes aux conditions aux limites

$$(2) \quad V'_k(a) - h V_k(a) = 0, \quad V'_k(b) + H V_k(b) = 0.$$

Je vais considérer, dans ce qui va suivre, le cas où les fonctions données satisfont aux conditions suivantes :

$p(x)$  et  $q(x)$  restent positives et admettent les dérivées des deux premiers ordres dans l'intervalle  $(a, b)$ ;

les dérivées du second ordre de  $p(x)$  et  $q(x)$  sont des fonctions continues et à variation bornée dans  $(a, b)$ ;

les fonctions  $p(x)$  et  $q(x)$  ne s'annulent pas dans  $(a, b)$ ;

la fonction  $r(x)$  reste positive et continue dans l'intervalle considéré;

les constantes  $h$  et  $H$  sont finies et positives.

Introduisons, avec J. Liouville, une nouvelle variable  $t$ , au lieu de  $x$ , et une nouvelle fonction  $u_k(t)$ , au lieu de  $V_k(x)$ , en posant

$$t = \int_a^x dx \sqrt{\frac{q(x)}{p(x)}}, \quad V_k(x) = z(t) u_k(t),$$

où

$$z(t) = \frac{1}{\sqrt[4]{p(x) q(x)}}$$

et désignons par  $T$  la valeur de  $t$  correspondant à  $x = b$ .

L'équation (1) deviendra

$$u''_k(t) + \lambda_k^2 u_k(t) = \mu(t) u_k(t),$$

où

$$\mu(t) = \frac{1}{z \sqrt{pq}} \left( rz \sqrt{\frac{p}{q}} - \frac{d \sqrt{pq}}{dt} \frac{dz}{dt} - \frac{d^2 z}{dt^2} \sqrt{pq} \right).$$



La fonction  $u_k(t)$  peut être présentée sous la forme suivante

$$u_k(t) = \cos \lambda_k t + \frac{\psi(t)}{\lambda_k} \sin \lambda_k t + \frac{\mathfrak{P}_k(t)}{\lambda_k^2},$$

où l'on a posé

$$\mathfrak{P}_k(t) = -\frac{\lambda_k}{2} \int_0^t \mu(\xi) \sin \lambda_k(2\xi - t) d\xi - \int_0^t \mu(\xi) \sin \lambda_k(\xi - t) \omega_k(\xi) d\xi,$$

$$\psi(t) = h' + \frac{1}{2} \int_0^t \mu(\xi) d\xi \quad (1),$$

$\omega_k(\xi)$  étant une fonction dont le module ne surpasse pas un nombre fixe.

Il est évident que  $\psi(t)$  est une fonction continue et à variation bornée dans  $(0, T)$ ; il en est de même de la fonction  $\mu(\xi)$ , d'après les hypothèses faites plus haut.

On a donc

$$|\mathfrak{P}_k(t)| < A,$$

A désignant un nombre fixe.

2. Soit  $f(x)$  une fonction quelconque intégrable dans  $(a, b)$ .

Posons

$$(3) \quad F(t) = f(x) \sqrt[p(x)]{q(x)}.$$

On aura

$$(4) \quad \sum_{k=1}^n \frac{V_k(x) \int_a^b q(x) f(x) V_k(x) dx}{\int_a^b q(x) V_k^2(x) dx} = \frac{1}{\sqrt[p(x)]{q(x)}} \sum_{k=1}^n \frac{u_k(t) \int_0^T F(t) u_k(t) dt}{\int_0^T u_k^2(t) dt}.$$

En se rappelant maintenant les formules

$$\lambda_k = \frac{k\pi}{T} + \frac{B_k}{k},$$

$$\int_0^T u_k^2(t) dt = \frac{T}{2} + \frac{C_k}{\lambda_k} = \frac{T}{2} + \frac{D_k}{k},$$

où  $B_k$  et  $D_k$  sont des constantes dont les modules ne surpassent pas un certain nombre fixe  $B$  <sup>(2)</sup>, on obtient, après des calculs simples,

$$(5) \quad \sum_{k=1}^n T_k(t) = \frac{2}{T} \sum_{k=1}^n \cos \frac{k\pi t}{T} \int_0^T F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt + \sum_{k=1}^n T_k^{(1)}(t),$$

(1) Voir W. Stekloff, *Sur les expressions asymptotiques de certaines fonctions définies par les équations différentielles du second ordre* etc. Communications de la Société mathématique de Kharkow, 1907

(2) Voir J. Liouville, *Sur le développement des fonctions en séries dont divers termes sont assujettis à satisfaire à une même équation différentielle du second ordre*

où l'on a posé

$$T_k(t) = \frac{u_k(t) \int_0^T F(t) u_k(t) dt}{\int_0^T u_k^2(t) dt},$$

$$(6) \quad \begin{aligned} T_k^{(1)}(t) = & \frac{h_k(t)}{k} \int_0^T F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt + \frac{g_k(t)}{k} \int_0^T t F(t) \sin \frac{k\pi t}{T} dt + \\ & + \frac{p_k(t)}{k} \int_0^T t F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt + \frac{q_k(t)}{k} \int_0^T \psi(t) F(t) \sin \frac{k\pi t}{T} dt + \\ & + \frac{r_k(t)}{k^2} \int_0^T \omega_k(t) F(t) dt, \end{aligned}$$

$h_k(t)$ ,  $g_k(t)$ ,  $p_k(t)$ ,  $q_k(t)$ ,  $r_k(t)$  et  $\omega_k(t)$  étant certaines fonctions de  $t$  satisfaisant aux conditions

$$(7) \quad |h_k(t)| < C, |g_k(t)| < C, \dots, |r_k(t)| < C, |\omega_k(t)| < C,$$

$C$  désignant un nombre fixe.

3. Considérons la somme

$$S = \sum_{k=1}^n \frac{\mu_k(t)}{k} \int_0^T \varphi(t) F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt,$$

où  $\varphi(t)$  est une fonction quelconque intégrable dans  $(0, T)$ ,  $\mu_k(t)$  sont des fonctions dont les modules ne surpassent pas un nombre fixe  $C$ . On trouve, moyennant le lemme de Cauchy,

$$S^2 < \sum_{k=1}^n \frac{\mu_k^2(t)}{k^2} \sum_{k=1}^n \left( \int_0^T \varphi(t) F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt \right)^2,$$

d'où l'on tire aisément, en tenant compte de (7),

$$(8) \quad S^2 < L^2 \int_0^T F^2(t) dt.$$

On aura de même

$$(9) \quad \left( \sum_{k=1}^n \frac{\mu_k(t)}{k} \int_0^T \varphi(t) F(t) \sin \frac{k\pi t}{T} dt \right)^2 < L^2 \int_0^T F^2(t) dt.$$

Il est évident, enfin, que, en vertu de (7),

$$(10) \quad \left( \sum_{k=1}^n \frac{r_k(t)}{k^2} \int_0^T \omega_k(t) F(t) dt \right)^2 < L^2 \int_0^T F^2(t) dt,$$

$L^2$  désignant un nombre fixe.

---

contenant un paramètre variable. Journal de Liouville, t. II, pag. 16 etc.; A Kneser, *Untersuchungen über die Darstellung willkürlicher Funktionen* etc. Mathematische Annalen, Bd. LVIII, Heft 1/2.

Appliquons maintenant les inégalités générales (8), (9) et (10) à la dernière somme du second membre de l'égalité (5).

On trouve, en vertu de (6),

$$(11) \quad \left| \sum_{k=1}^n T_k^{(1)}(t) \right| < K \sqrt{\int_0^T F^2(t) dt},$$

K étant un nombre fixe.

4. Désignons maintenant par  $\varphi(t)$  et  $f(t)$  deux fonctions quelconques dont l'une  $\varphi(t)$  est intégrable, l'autre  $f(t)$  est continue dans  $(0, T)$ .

Posons

$$\frac{\varphi(t_0 + 0) + \varphi(t_0 - 0)}{2} = \sum_{k=1}^n B_k u_k(t_0) + \varrho_n(t_0), \quad B_k = \frac{\int_0^T \varphi(t) u_k(t) dt}{\int_0^T u_k^2(t) dt},$$

$$f(t_0) = \sum_{k=1}^n A_k u_k(t_0) + R_n(t_0), \quad A_k = \frac{\int_0^T f(t) u_k(t) dt}{\int_0^T u_k^2(t) dt},$$

$t_0$  désignant une valeur quelconque de  $t$  appartenant à l'intervalle  $(0, T)$ .

On trouve

$$(12) \quad \varrho_n(t_0) = \frac{\varphi(t_0 + 0) + \varphi(t_0 - 0)}{2} - f(t_0) + R_n(t_0) - \sum_{k=1}^n (B_k - A_k) u_k(t_0).$$

Prenons pour  $f(t)$  une fonction définie par l'intégrale

$$(13) \quad f(t) = \frac{1}{h} \int_t^{t+h} \varphi(t) dt.$$

Il est aisé de comprendre que le théorème de ma Note récente: *Sur le développement d'une fonction arbitraire en séries suivant les fonctions fondamentales* (C. R. II semestre, 1910) s'applique à la fonction  $f(t)$  et conduit à l'inégalité

$$(14) \quad |R_n(t_0)| < \frac{Q}{h \sqrt{n}},$$

Q désignant un nombre fixe.

Faisons, dans (5),

$$F(t) = \varphi(t) - f(t).$$

On trouve

$$(15) \quad \sum_{k=1}^n (B_k - A_k) u_k(t_0) = \sum_{k=1}^n T_k(t_0) = S_n(t_0) - \frac{1}{T} \int_0^T F(t) dt + \sum_{k=1}^n T_k^{(1)}(t_0),$$



où l'on a posé

$$(15_1) \quad S_n(t_0) = \frac{1}{T} \int_0^T F(t) dt + \frac{2}{T} \sum_{k=1}^n \cos \frac{k\pi t}{T} \int_0^T F(t) \cos \frac{k\pi t}{T} dt.$$

5. Décomposons l'intervalle  $(0, T)$  en  $q$  intervalles particuliers  $e_j$  et désignons par  $e_k$  ceux de ces intervalles où l'oscillation de la fonction  $F(t)$  est plus petite qu'un nombre fixe  $\delta$ , donné à l'avance, par  $e_i$  ceux où cette oscillation surpasse  $\delta$ .

$F(t)$  étant intégrable dans  $(0, T)$ , on peut choisir une décomposition convenable telle qu'on ait

$$(16) \quad \sum e_i < \delta,$$

la somme étant étendue à tous les intervalles  $e_i$  où l'oscillation de  $F(t)$  surpasse  $\delta$ .

Désignons par  $M_0$  le maximum de  $|F(t)|$  dans les intervalles  $e_k$ , par  $M$  son maximum dans l'intervalle  $(0, T)$  tout entier.

On trouve, en vertu de (16),

$$(17) \quad \left| \int_0^T F(t) dt \right| < \int_{e_k} |F(t)| dt + \int_{e_i} |F(t)| dt < M_0 T + M \delta.$$

Or l'équation (16) montre qu'on peut toujours choisir le nombre  $h$  de façon qu'on ait

$$|F(t)| = |\varphi(t) - f(t)| \leq M_0 < \delta$$

pour toutes les valeurs de  $t$  appartenant aux intervalles que nous avons désignés par  $e_k$ .

Le nombre  $h = h_0$  étant ainsi choisi, on obtient, eu égard à (17),

$$(18) \quad \left| \int_0^T F(t) dt \right| < (T + M) \delta < N \delta.$$

On s'assurera ensuite, de la même manière, que

$$(19) \quad \int_0^T F^2(t) dt < M_0^2 T + M^2 \delta < N_1 \delta,$$

$N$  et  $N_1$  désignant des nombres fixes.

6. Rapprochons maintenant les formules (12), (14), (15), (15<sub>1</sub>), (11), (18) et (19), on obtient cette inégalité remarquable

$$|e_n(t_0)| < \left| \frac{\varphi(t_0 + 0) + \varphi(t_0 - 0)}{2} - f(t_0) - S_n(t_0) \right| + \frac{Q}{h_0 \sqrt{n}} + R \sqrt{\delta},$$

ayant lieu toujours, quelle que soit la fonction  $\varphi(t)$  intégrable dans  $(0, T)$  et quel que soit le nombre  $n$ .

De cette inégalité on tire immédiatement, en vertu de (4), les théorèmes suivants :

THÉORÈME I. — *Toute fonction donnée  $f(x)$  satisfaisant à l'une de ces trois conditions :*

- 1) *elle est continue et à variation bornée,*
- 2) *elle satisfait à la condition de Lipschitz :*

$$|f(x+h) - f(x)| < \lambda h^\alpha, \quad h > 0, \quad \alpha \leq 1,$$

- 3) *elle satisfait à la condition de Dini-Lipschitz :*

$$\lim_{h \rightarrow 0} \{ \log h [f(x+h) - f(x)] \} = 0,$$

*se développe en série uniformément convergente de la forme*

$$(20) \quad f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{V_k(x) \int_a^b q(x) f(x) V_k(x) dx}{\int_a^b q(x) V_k^2(x) dx},$$

*quelle que soit la suite de fonctions fondamentales  $V_k(x)$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) définies au début du n°. 1.*

*Pour toute fonction à variation bornée la somme de cette série est égale à*

$$\frac{f(x+0) + f(x-0)}{2}$$

*en tout point  $x$  intérieur à l'intervalle  $(a, b)$ .*

THÉORÈME II. — *Quelle que soit la fonction  $f(x)$ , continue dans  $(a, b)$ , on a toujours*

$$\left| f(x) - \frac{\sum_{k=1}^n S_k(x)}{n} \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

$\varepsilon$  désignant un nombre positif arbitrairement petit, et  $S_k(x)$  la somme de  $k$  premiers termes de la série (20), c'est-à-dire

$$f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{k=1}^n S_k(x)}{n}.$$

C'est une extension du théorème de Fejér, concernant les séries trigonométriques, aux fonctions fondamentales de Sturm-Liouville.

THÉORÈME III. — *Toute fonction continue  $f(x)$  se développe, dans l'intervalle  $(a, b)$ , en série uniformément convergente de la forme*

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{V_k(x) \int_a^b q(x) f(x) V_k(x) dx}{\int_a^b q(x) V_k(x) dx}.$$

La méthode exposée s'applique à plusieurs autres suites de fonctions fondamentales, par exemple, aux fonctions dont j'ai établi l'existence dans ma Note: *Sur un théorème général d'existence des fonctions fondamentales etc.* (C. R., 21 févr. 1910), et conduit à des résultats analogues à ceux que je viens d'énoncer.

Fisica. — *Sulla sede della forza elettromotrice delle coppie voltaiche.* Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Nonostante il numero grandissimo di lavori che da oltre un secolo vennero pubblicati a favore della teoria del contatto o della teoria chimica della pila e nonostante che molti di questi lavori siano stati eseguiti con grande studio ed acume, può dirsi che rimane tuttavia dubbio se la forza elettromotrice delle coppie voltaiche risieda nel contatto dei due metalli o nel contatto di ciascuno di questi coll'elettrolito oppure, come Volta fu condotto ad ammettere, in tutti tre questi contatti. Parecchi fisici autorevoli, per intuizione, o guidati da speciali teorie, hanno creduto di poter risolvere il dubbio suddetto in un senso o nell'altro, ma il fatto che opinioni contrarie possono tuttavia sussistere prova che nessuna di esse è incontrastabilmente dimostrata, e chi senza preconetti si accinge allo studio di questo argomento non riesce a trovare una prova decisiva di nessuna delle suddette opinioni.

L'ipotesi che fra metalli a contatto esista una differenza di potenziale è basata unicamente su misure della medesima eseguite cogli elettrometri, in modi svariatiissimi e con risultati abbastanza concordi. Su tutte queste misure, incominciando da quelle di Volta fino a quelle più recenti (p. es. del Majorana) si suppone implicitamente che non esista differenza di potenziale fra i metalli e l'aria o il dielettrico in cui sono immersi, ciò che non è dimostrato ed anzi pare improbabile per molte ragioni.

I due metalli immersi nell'aria si trovano in condizioni che non paiono essenzialmente diverse da quelle degli stessi metalli immersi in un elettrolito, poichè l'ionizzazione dell'aria può ritenersi in certi rispetti equivalente alla dissociazione dell'elettrolito. I due metalli a contatto immersi nell'aria possono quindi esser considerati come formanti una coppia con grandissima resistenza interna e con resistenza esterna trascurabile. La differenza di po-



tenziale suddetta misurata con un metodo qualsiasi è quella che appare agli estremi della resistenza interna, cioè nei due strati d'aria a contatto dei due metalli e non dà nessun indizio sulla sede unica o multipla della forza elettromotrice che produce la suddetta differenza di potenziale che è uguale alla somma delle differenze di potenziale prodotte da ciascun contatto. Alla suddetta equivalenza si deve probabilmente il fatto da molto tempo constatato che la differenza di potenziale di due metalli  $M$  ed  $N$  a contatto nell'aria risulta all'incirca la stessa di quella della coppia voltaica  $M$ , acqua,  $N$ ,  $M$ .

D'altra parte è molto istruttivo il comportamento dello zinco nelle coppie voltaiche a seconda dello stato della sua superficie. Nella coppia Daniell come nella coppia Volta ad acqua, la forza elettromotrice efficace rimane all'incirca la stessa, sia che lo zinco sia leggermente alterato alla superficie per l'azione dell'aria, oppure sia stato accuratamente pulito con smeriglio, oppure sia stato amalgamato; invece la differenza potenziale fra zinco e rame a contatto, misurata con uno dei metodi suddetti risulta massima (circa 1 Volt) se lo zinco è amalgamato, notevolmente minore se lo zinco non è amalgamato ma solo pulito con smeriglio ed ancora minore (0,3 Volt e meno) se la superficie dello zinco è leggermente alterata dall'azione dell'aria. È chiaro dunque che in questi casi si ha una differenza di potenziale accessoria variabile collo stato della superficie dello zinco e distinta da quella (costante) che produce la forza elettromotrice e la corrente della coppia Volta o Daniell.

Come ho indicato in una Nota precedente <sup>(1)</sup> per queste misure è molto adatto e d'uso facile il collettore ad acqua di Lord Kelvin.

Risulta dunque che se indichiamo con  $V(M, N)$  la differenza di potenziale nell'interno di due metalli  $M$  ed  $N$  a contatto, con  $V(M, a)$  e  $V(N, a)$  le differenze di potenziale fra l'interno di essi metalli, rispettivamente, e l'aria adiacente, le misure elettrometriche comunque eseguite non potranno darci che il valore di  $V(M, N) + V(a, M) + V(N, a)$  cioè una sola equazione con tre incognite. Nè gioverà cambiare il dielettrico tenendo i due metalli nel vuoto, mai perfetto, o in un gaz diverso dall'aria o in un dielettrico liquido o solido perchè ogni nuova determinazione ci darà un'equazione con due nuove incognite; neppure gioverà eseguire le misure su combinazioni due a due di parecchi metalli, poichè s'avrebbero  $n(n-1)/2$  equazioni, più una data dalla legge di Volta, con  $n(n-1)/2 + n$  incognite e quindi  $n-1$  incognite rimarranno indeterminate.

Non credo che siano mai state eseguite (e forse non sono possibili) esperienze dirette che determinino separatamente  $V(M, N)$  e  $V(a, M) + V(N, a)$ . I partigiani della teoria del contatto hanno supposto che fosse  $V(a, M) + V(N, a)$  nullo o trascurabile, ciò che non è dimostrato, nè pare ammissibile per le ragioni suesposte, mentre gli avversari di questa teoria

(1) Rendiconti dell'Acc. dei Lincei, 2° semestre, 1909.

hanno supposto che fosse invece  $V(M, N) = 0$ , ciò che altresì non è dimostrato incontrastabilmente.

A favore dell'ipotesi che la forza elettromotrice delle coppie voltaiche risieda unicamente nelle superfici di contatto dei metalli coll'elettrolito sta il fatto che per parecchie coppie esiste una semplice relazione fra questa forza elettromotrice ed il calore dovuto all'effetto chimico che si produce appunto nei suddetti contatti; però questa relazione appunto per la sua natura termodinamica non indica ove debba risiedere la forza elettromotrice, come non spiega quale ne sia la causa, ma stabilisce solo il suo valore che non potrebbe esser diverso anche se detta forza risiedesse nella superficie di contatto dei due metalli. Per la stessa ragione non è decisiva a favore della stessa ipotesi la mancanza, nel contatto dei due metalli, d'un effetto Peltier corrispondente alla forza elettromotrice della coppia.

La seguente disposizione nella quale è escluso ogni contatto di metalli eterogenei mentre persiste l'effetto chimico della pila, mi pare che dia modo di ottenere termodinamicamente il solito valore della forza elettromotrice che non può essere collocata altrove che nei contatti dei metalli coll'elettrolito.

Considero due elementi d'una stessa pila cui sia applicabile la relazione termodinamica suddetta, p. es. due coppie Daniell, accoppiate coi poli omonimi a contatto, cioè zinco con zinco e rame con rame, e suppongo che una di esse per effetto d'una maggior concentrazione del solfato di rame e minore del solfato di zinco abbia una forza elettromotrice alquanto maggiore di quella dell'altra, dimodochè si produca una debole corrente. Siccome, per effetto di questa, la soluzione più diluita andrà aumentando di concentrazione e la più concentrata andrà diluendosi, dimodochè la disuguaglianza delle forze elettromotrici e quindi la corrente tende a cessare, suppongo o che questa disuguaglianza e questa corrente siano, quanto si vuole, piccolissime oppure che le quantità delle soluzioni siano grandissime, dimodochè le loro concentrazioni e quindi le forze elettromotrici possano considerarsi come, praticamente, costanti. Suppongo finalmente, per facilità di ragionamento, che la resistenza interna di queste coppie sia trascurabile rispetto a quella esterna, metallica, costituita p. es. da un filo di rame che riunisca i due poli rame.

L'insieme di queste due coppie funziona come le due coppie di concentrazione:  $Zn$ , soluzione più diluita  $SO_4 Zn$ , soluzione meno diluita,  $Zn + Cu$ , soluzione più diluita  $SO_4 Cu$ , soluzione meno diluita,  $Cu$  che hanno gli stessi contatti fra metalli e soluzioni, ugualmente orientati ma solo in ordine inverso.

Se  $V$  è la f. e. della coppia Daniell più attiva,  $V - \varepsilon$  quella della coppia meno attiva,  $i$  l'intensità della corrente, il polo rame della coppia più attiva ad una estremità del filo di rame suddetto avrà un potenziale

che supera di  $\varepsilon$  quello dell'altro polo rame, la quantità d'elettricità  $i$  per secondo passando dall'uno all'altro potenziale perderà una quantità d'energia  $i\varepsilon$  che si manifesterà come calore Joule nel filo suddetto. L'origine di questo calore sta nella diversità dei calori di soluzione dei due solfati in soluzioni diversamente concentrate, e la forza elettromotrice  $\varepsilon$  potrà essere calcolata termodinamicamente nel modo solito, come per le coppie di concentrazione, basandosi sui valori dei suddetti calori di soluzione.

Possiamo però ripetere lo stesso ragionamento per la sola coppia più attiva; il suo polo rame trovasi ad un potenziale che supera di  $V$  (che voglio supporre incognito) quello dello zinco, la quantità di elettricità  $i$  per secondo passando dall'uno all'altro potenziale perderà una quantità d'energia  $iV$  che si manifesterà sia come calore Joule nella resistenza metallica (la sola apprezzabile) sia producendo un lavoro chimico nella coppia opposta. Dovremo cercare l'origine prima di questo calore o nella coppia più attiva suddetta o nel resto del circuito; ma in questo non può trovarsi perchè la resistenza metallica non presenta contatti di metalli eterogenei e la coppia opposta, quella meno attiva, non solo non fornisce energia ma anzi ne assorbe per la riduzione dello zinco, compensata solo in parte dalla combinazione del rame.

Ne segue dunque che l'origine della suddetta quantità d'energia,  $iV$  per secondo non può trovarsi che nella coppia più attiva ossia nell'energia chimica che essa perde. Se  $t$  è il tempo in secondi necessario perchè la corrente  $i$  faccia sciogliere 1 gr. equivalente di zinco e  $C$  l'energia chimica espressa in Joules, perduta dalla coppia nello stesso tempo sarà dunque:  $it \cdot V = C$  ossia  $V = C/it = C/96540 = 1,09$  Volt circa.

Questa differenza di potenziale che è la f. e. solita della coppia Daniell non può risiedere nel contatto dei due metalli zinco rame che è stato escluso e non può quindi trovarsi che nel contatto di ciascun metallo colla soluzione. (Trascuro il contatto delle due soluzioni che potrebbe esser evitato colla scelta di coppie ad un liquido) <sup>(1)</sup>.

Credo utile notare che, secondo i partigiani della teoria del contatto, la differenza di potenziale fra il rame e lo zinco d'una coppia Daniell a circuito aperto dovrebbe essere quella solita (circa 1,09 Volt) diminuita della forza elettromotrice di contatto zinco-rame, la quale necessariamente viene introdotta sia che si congiungano essi poli con un filo metallico, sia che questi vengano posti in comunicazione coi quadranti d'un elettrometro. Siccome essi ammettono che questa f. e. di contatto è circa 1 Volt ne segue che la differenza di potenziale fra il rame e lo zinco d'una Daniell a cir-

<sup>(1)</sup> Il suddetto ragionamento potrebbe essere invertito: la coppia più attiva perde nel tempo  $t$  una quantità di energia chimica  $C$  che deve venire trasformata in energia elettrica, mediante la produzione d'una corrente  $i$ , che può essere variamente impiegata (e nel caso considerato è impiegata precisamente a produrre un lavoro chimico) deve dunque essere ancora:  $itV = C$  e  $V = C/it$ .



cuito aperto dovrebbe essere pressochè nulla, ciò che viene confermato, apparentemente, dalle misure elettrometriche.

Per assicurarmene posi ciascun polo d'una coppia Daniell in comunicazione mediante un filo metallico (che per la legge di Volta non fa variare la differenza di potenziale dei metalli che mette in comunicazione) con una lamina dello stesso metallo del polo, piegato in forma di tubo di 9 cm. d'altezza, 4 cm. di diametro. Questi due tubi erano collegati fra loro, a distanza di pochi millimetri, mediante un corto tubo di vetro d'ugual diametro nel quale venivano parzialmente introdotti ed erano tenuti da un sostegno isolante coll'asse comune verticale.

Una coppia di quadranti d'un elettrometro era in comunicazione col suolo e con uno o coll'altro polo della Daniell suddetta, l'altra coppia di quadranti era in comunicazione coll'acqua di un collettore di Lord Kelvin ed il beccuccio d'esso collettore penetrava entro il doppio tubo suddetto, secondo l'asse. Sollevavo ed abbassavo alternativamente questo doppio tubo in modo che la rottura della vena liquida avvenisse a metà altezza del tubo inferiore oppure di quello superiore, lasciandolo immobile in ciascuna delle due posizioni tanto quanto era necessario, perchè l'ago dell'elettrometro assumesse una deviazione costante.

Quest'ago essendo stato caricato ad un potenziale conveniente, essendo stata determinata la deviazione corrispondente prodotta nell'ago da una differenza di potenziale di 1 Volt (data da un campione) nelle due coppie di quadranti, dalle variazioni che accusava l'ago quando il beccuccio si trovava nel tubo di rame o in quello di zinco, deducevo la differenza di potenziale esterna fra rame e zinco della coppia Daniell, ossia la differenza di potenziale dell'aria contenuta nel tubo di rame ed in quello di zinco. Ottenni i seguenti risultati:

1° Quando lo zinco della coppia Daniell e quello del tubo erano entrambi accuratamente puliti con carta smerigliata e non amalgamati, il potenziale nell'interno del tubo di rame risultò circa di  $\frac{1}{3}$  Volt superiore a quello dell'interno del tubo di zinco.

2° Amalgamando lo zinco della coppia ma non quello del tubo la differenza suddetta di potenziale variò di pochi centesimi di Volt che considero trascurabili, perchè variabili e dovuti forse a cause accidentali.

Risulta dunque che l'amalgamazione dello zinco non ne altera essenzialmente in misura notevole le proprietà galvaniche, ciò che risulta anche quando si usano le coppie Daniell per la produzione di corrente.

3° e 4° Se invece il tubo di zinco suddetto veniva amalgamato internamente, il potenziale nell'interno del medesimo risultava solo di circa 0,03 Volt inferiore a quello dell'interno del tubo di rame e ciò sia che lo zinco della coppia fosse o no amalgamato.

5° Se invece i due tubi suddetti erano dello stesso metallo, en-

trambi di zinco nelle stesse condizioni o entrambi di rame. la differenza di potenziale nell'interno di essi risultava la stessa come quando i due poli della coppia erano messi direttamente in comunicazione ciascuno con una coppia di quadranti dell'elettrometro, cioè circa 1,1 Volt.

Dalle determinazioni 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> risulterebbe dunque che la differenza di potenziale fra lo zinco ed il rame d'una coppia Daniell a circuito aperto è piccolissima ma tenendo conto delle determinazioni 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> appare chiaro che i risultati dipendono dallo stato della superficie dello zinco a contatto dell'aria.

Mi par dunque di poter concludere che le misure elettrometriche dirette (comunque eseguite) non possono dare il valore della differenza di potenziale interna dei due poli d'una coppia voltaica, nè possono quindi infirmare la suestesa dimostrazione termodinamica, secondo la quale la f. e. delle coppie voltaiche non può risiedere nel contatto dei due metalli.

Chimica. — *Forme d'idratazione labili fissate mediante una base organica.* Nota I di G. A. BARBIERI e T. CALZOLARI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Chimica. — *Contributo alla conoscenza delle ferriammine.* Nota di G. A. BARBIERI e G. PAMPANINI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Chimica. — *Ricerche sui tetraossibenzeni.* Nota di G. BARGELLINI e LEDA BINI, presentata dal Socio PATERNÒ.

Le Note precedenti saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.

Chimica. — *Ricerche sulla stricnina e brucina* (<sup>1</sup>). Nota II di R. CIUSA e G. SCAGLIARINI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

I metodi più comuni di indagine che per la maggior parte degli alcaloidi hanno contribuito più o meno largamente a stabilirne la costituzione, non hanno dato finora per la stricnina e brucina alcun risultato notevole (<sup>2</sup>).

L'ossidazione della stricnina e brucina ha formato oggetto di molte ricerche: nel 1884 Hanssen per ossidazione dei due alcaloidi con acido cromatico ottenne un acido  $C_{15}H_{17}O_4N_2COOH$  (<sup>3</sup>). Disgraziatamente questo A. non ha dato delle indicazioni sufficientemente esatte sul modo di separare

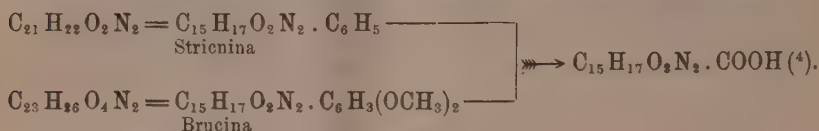
(<sup>1</sup>) Lavoro eseguito nell'Istituto di chimica generale della Università di Bologna.

(<sup>2</sup>) Escludendo s'intende le recentissime ed interessanti ricerche di H. Leuchs sull'ossidazione dei due alcaloidi. Vedi in proposito più avanti.

(<sup>3</sup>) Berichte 17, 2849; 18, 777, 1917.

tale acido dai prodotti della reazione, sicchè nessun altro <sup>(1)</sup> è riuscito a riottenerlo. Anche Löbisch e Schoop <sup>(2)</sup> che dicono di esservi riusciti e descrivono il processo da loro seguito, secondo lo stesso Hanssen <sup>(3)</sup> non lo hanno ottenuto allo stato puro. Noi abbiamo ripetutamente cercato di preparare tale acido seguendo le indicazioni di Löbisch e Schoop senza alcun risultato.

Il poter ottenere questa sostanza e confermarne quindi l'esistenza appare oltre ogni modo interessante quando si osservi che, fornendo i due alcaloidi lo stesso acido, la brucina dovrebbe contenere i due metossili nel gruppo fenilico, il quale nella stricnina per ossidazione fornirebbe il carbossile.



Lo stesso acido sarebbe fornito anche per ossidazione della cacotelina e da un derivato della cacotelina della formula  $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{O}_7\text{N}_2$  <sup>(5)</sup>.

Non essendo riusciti, come abbiamo detto più sopra, nella preparazione dell'acido a sedici atomi di carbonio, abbiamo rivolto la nostra attenzione alla sostanza di natura acida  $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{O}_7\text{N}_2$  suaccennata che non è meno interessante, rappresentando già essa un prodotto di demolizione dello scheletro a ventun atomi di carbonio dei due alcaloidi.

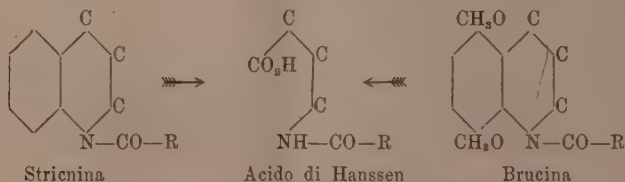
L'acido  $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{O}_7\text{N}_2$  è stato ottenuto da Hanssen per ossidazione della cacotelina con acqua di bromo ed isolato con un processo alquanto complicato: abbiamo creduto perciò opportuno confermarne l'esistenza e la formula e cercare di renderne più semplice la preparazione. Secondo noi l'acido in questione contiene una molecola di acqua di meno, e la sua formula è

(<sup>1</sup>) I. Tafel e N. Moufang, Ann. d. Chemie, 304, 30.

(<sup>2</sup>) Monatsheft, 7, 615.

(<sup>3</sup>) Berichte, 20, 460.

(<sup>4</sup>) W. H. Perkin J. e R. Robinson ammettono che l'anello benzenico faccia parte di un anello chinolinico e l'ossidazione avvenga secondo lo schema:



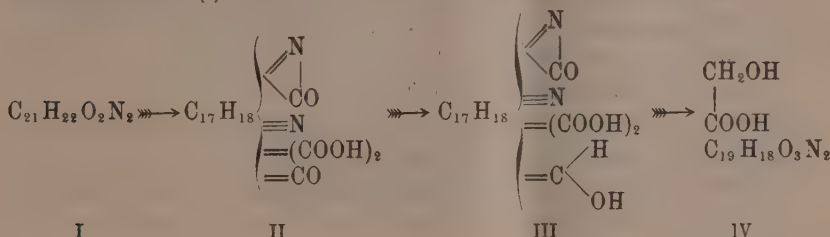
Anche questo modo di vedere merita una conferma dallo studio della natura dell'acido  $\text{C}_{15}\text{H}_{17}\text{O}_2\text{N}_2 \cdot \text{COOH}$ .

(<sup>5</sup>) Berichte, 20, 460.



$C_{19}H_{22}O_6N_2$  come si può dedurre dal suo bromidrato  $C_{19}H_{22}O_6N_2HBr \cdot 2H_2O$  e dal suo cloroplatinato  $(C_{19}H_{22}O_6N_2HCl)_2PtCl_4$ .

Recentemente Herman Leuchs è arrivato, partendo dalla stricnina ad una sostanza a diciannove atomi di carbonio, secondo lo schema seguente: la stricnina I per ossidazione con permanganato in soluzione acetonica fornisce l'acido stricinonico II, per riduzione del quale si ottiene l'acido stricinolico III, ed infine questo si scinde in soluzione alcalina in acido glicolico ed in stricinolone IV <sup>(1)</sup>.



Non è improbabile che tra l'acido  $C_{19}H_{22}O_6N_2$  da noi analizzato e lo stricinolone  $C_{19}H_{18}O_3N_2$  esista una stretta relazione nella costituzione: ambedue rappresentano sinora gli unici prodotti di demolizione la cui esistenza sia certa, se si eccettua il dinitrostricholo  $(NO_2)_2C_9H_3N(OH)_2$  di Tafel <sup>(2)</sup> che però, essendo il risultato di una scomposizione troppo avanzata è per lo studio della costituzione dei due alcaloidi assai meno importante dei due primi.

Per le relazioni che possono intercedere fra la costituzione della stricnina e la sua azione fisiologica ci sembra interessante fare notare che l'acido  $C_{19}H_{22}O_6N_2$  è privo di ogni azione tossica.

In un bicchiere immerso in un bagno salato bollente si sospende in poca acqua acidificata con acido bromidrico la cacotelina <sup>(3)</sup> finamente polverizzata. Si aggiunge quindi acqua di bromo a piccole porzioni per volta: non si aggiunge una seconda porzione finchè lo sviluppo gassoso prodotto dalla aggiunta della prima porzione non sia cessato. La cacotelina passa lentamente in soluzione ed il liquido assume una colorazione giallo-pallida. Si sospende l'aggiunta della acqua di bromo quando tutta la cacotelina è sciolta, non si ha più sviluppo gassoso, e per aggiunta di cloruro stannoso ad una piccola porzione del liquido della reazione non appare più la colorazione violetta.

<sup>(1)</sup> Berichte, 42, 2494; 43, 2417.

<sup>(2)</sup> Ann. d. Chem. 301, 342.

<sup>(3)</sup> La cacotelina si ottiene dalla brucina per azione dell'acido nitrico, e non è altro che il nitrato di una base nitrata  $C_{21}H_{21}O_6N_3 \cdot NO_2$  che deriva dalla brucina per saponificazione dei due metossili per l'introduzione di un gruppo nitrico; contiene inoltre un atomo di ossigeno di più. Vedi Herman Leuchs e Friedrich Leuchs, Berichte, 43, 1042.

Il liquido si concentra quindi a b. m. sino a metà volume (non oltre): per raffreddamento si separano dei cristalli giallognoli ben conformati che furono ricristallizzati ripetutamente dall'acqua, e seccati nel vuoto su acido solforico sino a peso costante.

gr. 0,1300 di sostanza diedero gr. 0,2182 di  $\text{CO}_2$  e gr. 0,0770 di  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 gr. 0,1272 di sostanza diedero gr. 0,2190 di  $\text{CO}_2$  e gr. 0,0668 di  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 gr. 0,1816 di sostanza diedero gr. 0,3070 di  $\text{CO}_2$  e gr. 0,0960 di  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 gr. 0,1126 di sostanza fornirono 6,2 ccm. di N misurati a  $20^\circ$  e 756 mm.  
 gr. 0,1882 di sostanza fornirono 10,0 ccm. di N misurati a  $21^\circ$  e 756 mm.  
 gr. 0,1304 di sostanza fornirono 7,0 ccm. di N misurati a  $20^\circ$  e 757 mm.  
 gr. 0,1256 di sostanza diedero gr. 0,0475 di AgBr.  
 gr. 0,1406 di sostanza diedero gr. 0,0546 di AgBr.  
 gr. 0,1516 di sostanza diedero gr. 0,0588 di AgBr.  
 gr. 0,1336 di sostanza diedero gr. 0,0516 di AgBr.  
 gr. 0,3528 di sostanza perdettero di peso, scaldati a  $110^\circ$  in corrente di idrogeno gr. 0,0266.

Calcolato per  $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_6\text{N}_2\text{HBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

		Trovato		
C	46.43	45.77	46.95	46.10
H	5.90	6.58	5.83	5.87
N	5.70	6.26	6.01	6.11
Br	16.08	16.09	16.38	16.39 16.50
$\text{H}_2\text{O}$	7.33	7.54	—	—

Questo bromidrato è insolubile in tutti i solventi organici; è un poco solubile a caldo nell'acido acetico. Si scioglie negli alcali e nei carbonati alcalini. Riscaldato nel tubicino annerisce senza fondere.

Per mettere in libertà l'acido abbiamo così proceduto. Dalla soluzione del bromidrato nella quantità sufficiente di acqua fredda si elimina l'acido bromidrico mediante l'ossido di argento umido. Dal liquido filtrato si elimina quindi l'argento con idrogeno solforato. Si filtra dal solfuro di argento e si concentra a b. m. fino a che non comincia a separarsi l'acido libero. Per raffreddamento si ottiene l'acido sotto forma di squamette madreperlacee, che furono cristallizzate ripetutamente dall'acqua bollente.

gr. 0,1198 di sostanza diedero gr. 0,2442 di  $\text{CO}_2$  e gr. 0,0730 di  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 gr. 0,1498 di sostanza diedero gr. 0,3086 di  $\text{CO}_2$  e gr. 0,0864 di  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 gr. 0,1028 di sostanza fornirono 6,5 ccm. di N misurati a  $25^\circ$  e 755 mm.

Calcolato per  $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_6\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

		Trovato	
C	55.60	55.69	56.18
H	6.34	6.77	6.40
N	6.84	6.96	—

L'acqua non si elimina a  $110^\circ$ .

Questo acido è insolubile in tutti i solventi organici, eccettuato l'acido acetico glaciale dove è alquanto solubile a caldo. Si scioglie negli acidi e negli alcali. Riscaldato nel tubicino annerisce senza fondere. Per aggiunta successiva di acido cloridrico concentrato alla soluzione in acqua calda dell'acido e di cloruro di platino si separa il cloroplatinato sotto forma di prismetti giallognoli pochissimo solubili in tutti i solventi.

gr. 0,1163 di sostanza diedero gr. 0,0195 di Pt.

gr. 0,1068 di sostanza diedero gr. 0,0179 di Pt.

Calcolato per  $(C_{12}H_{22}O_6N_2HCl)_2PtCl_4$

Pt 16.76

Trovato	
16.76	16.76

Lo studio di questo acido e dei suoi prodotti di trasformazione forma attualmente oggetto delle nostre ricerche e però ci riserviamo di tornare sopra l'argomento in una prossima Nota.

**Chimica.** — *Azione del bromuro di fenilmagnesio sull'enantolo.* Nota di U. COLACICCHI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

**Chimica-fisica.** — *Solubilità colloidale dei metalli nell'acqua distillata in presenza dell'aria e nel vuoto.* Nota di MARGHERITA TRAUBE MENGARINI e di ALBERTO SCALA, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Nei nostri lavori precedenti <sup>(1)</sup> abbiamo descritte le soluzioni colloidali del platino, argento, rame e piombo ottenute colla sola acqua distillata.

Riassumeremo qui brevemente le nostre esperienze sull'alluminio, lo zinco ed il ferro.

Queste esperienze furono dapprima fatte col nostro metodo in presenza dell'aria.

Facemmo poi alcune esperienze sul ferro e sul piombo escludendo l'aria le quali diedero risultati veramente sorprendenti.

(1) M. Traube Mengarini e A. Scala, R. Acc. dei Lincei, vol. XVIII, 16 maggio 1909, *Sol. di argento colloidale ottenuta per azione dell'acqua distillata* ecc.; ivi, 15 agosto 1909, *Soluzioni di metalli allo stato colloidale* ecc.; Zeitschrift f. Chemie d. Kolloiden. Industrie der Kolloide, 1910, vol. VI, pag. 65: *Versuche ueber kolloide Aufloesung von Edelmetallen* ecc.; ivi, *Die Wirkung des dest. Wassers auf Metalle*, pag. 240.

Atti della Società Italiana per il progresso d. scienze 1910, *Soluzione di metalli allo stato colloidale* ecc.



*Esperienze in presenza dell'aria.*

I. Alluminio. — L'alluminio non si scioglie (parliamo sempre di soluzione colloidale) in modo apprezzabile nell'acqua distillata che a caldo. La soluzione colloidale fu ottenuta mediante ebullizione nell'acqua distillata in una capsula di alluminio con pezzetti di alluminio. La soluzione si conserva durante parecchi giorni, impoverendosi però per la formazione non più di una pellicola pieghevole e stracciabile come quella delle soluzioni colloidali di piombo, ma di lamelle rigide e friabilissime che si spezzano ad angoli retti.

In fondo alla soluzione, ed alla superficie dei pezzetti di alluminio, si trovano dei cristalli foliacei ed aghiformi, i quali si uniscono in forme floreali rassomiglianti a quelle dello zinco, e differenti dai cristalli foliacei del piombo, i quali ultimi hanno una base esagonale in tutte le loro variate forme.

II. Zinco. — Lo zinco purissimo <sup>(1)</sup> da noi adoperato dà delle belle soluzioni colloidali a freddo, le quali si conservano a lungo. Esso differisce in questo dal piombo, le cui soluzioni colloidali tendono ad una cristallizzazione immediata come descrivemmo altrove.

Mentre i corpuscoli colloidali del piombo si compongono, sotto agli occhi dell'osservatore al microscopio, in cristalli esagonali, lo zinco vi impiega diverse ore. Trovammo i primi cristalli foliacei nelle soluzioni colloidali dello zinco dopo circa 24 ore, in fondo alla soluzione e depositi sopra il blocchetto di zinco. Si presentano allora come forme foliacee perfettamente circolari e leggermente concave con in mezzo alla faccia convessa una specie di nucleo. In seguito si trovano anche i soliti aghi che non mancano mai tra i cristalli delle soluzioni colloidali osservati da noi.

Questi aghi si dispongono in fasci. In seguito le forme circolari deformandosi e stratificandosi si dispongono intorno agli aghi in modo che par di vedere delle foglie striate col loro rafe mediano.

*Soluzioni dei metalli nell'acqua distillata e nel vuoto.*

Per ottenere un vuoto perfetto abbiamo disposte le esperienze nel modo che segue: prendemmo un tubo di vetro di Jena strozzato in mezzo. In fondo al tubo furono messi circa 10 cmc. di acqua distillata recentissima. Sopra la strozzatura del tubo fu posata una lamina di ferro o di piombo. Il tubo fu messo in comunicazione colla pompa a mercurio e evacuata l'aria. Quando credemmo questo liberato dall'aria, il tubo sempre unito alla pompa fu posto in un bicchiere di acqua tiepida, che portava l'acqua già disaereata in ebullizione. Si saldò allora l'estremità superiore del tubo attaccato alla pompa e si lasciò raffreddare.

<sup>(1)</sup> Dobbiamo questo zinco eccezionalmente pure alla cortesia del prof. Mylius il quale da anni si occupa della preparazione depurazione dei metalli.

Dopo che il tubo aveva preso la temperatura ambiente, fu rovesciato in modo che l'acqua distillata copriva la lamina di metallo.

Dopo alcuni giorni (le esperienze furono ripetute, sia per il ferro, sia per il piombo, variando la durata dell'esperienza), aperto il tubo, costatammo all'ultramicroscopio la natura colloidale delle soluzioni. Queste erano meno ricche che quelle preparate all'aria, e più ricche quelle del ferro che quelle del piombo. I corpuscoli colloidali di piombo ottenuti in assenza dell'aria si conservarono invece più a lungo che quelli ottenuti in presenza dell'aria.

Uno dei tubi descritti contenente una lamina di ferro, fu conservato durante quattro mesi. Una settimana circa dopo il principio dell'esperienza si osservò in fondo al tubo un deposito verdastro che in seguito divenne color ruggine, mentre al disopra si formò un nuovo strato verdastro. Sulla lamina di ferro si formò una lieve peluria color ruggine, ed al lato di contatto della lamina col tubo, dove l'acqua non circolava liberamente si formava una sostanza nera con lucentezza metallica, la quale accrescendosi formava delle protuberanze.

L'alternarsi degli strati verdastri e color ruggine continuò sino all'apertura del tubo. Ci sembrava però che il processo diminuisse d'intensità, cosa d'altronde non facile a constatare con certezza.

Il liquido nel tubo chiuso rimaneva limpido come la soluzione di piombo nelle stesse condizioni.

Appena il liquido, dopo la rottura del tubo si trovò in contatto dell'aria, divenne torbido e di colore leggermente verdastro. Esaminata all'ultramicroscopio la soluzione colloidale si manifestò ricchissima, coi corpuscoli colloidali in movimento browniano vivissimo.

Travasando la soluzione dal tubo in un becher di Jena, essa prese il color ruggine della soluzione colloidale di ossidrato ferrico, e cominciò a precipitare mentre diminuiva la intensità di colore.

In questa ricchissima soluzione colloidale notammo al microscopio oltre ad un vero agglutinamento di corpuscoli colloidali batteriformi (anche questa soluzione, come tutte quelle sinora sperimentate da noi, era completamente libera di microrganismi) di masse cristalline nere e di cristalli foliacei, rossi color ruggine, dei campi di corpuscoli colloidali batterici, disposti in modo da toccarsi soltanto coi poli, in modo che tra di essi si scorgevano degli interstizi incolori. In altri di questi campi i corpuscoli erano molto più ravvicinati; in altri appena ancora visibili, quasi fusi.

Tutti questi campi si erano formati all'aria dopo il travaso del liquido dal tubo nel becher. Invece nel deposito formatosi in fondo al tubo chiuso ed estratto, subito dopo la rottura di questo, con una pipetta, si trovarono tra masse rosse e nere di struttura appena cristallina delle lamelle omogenee, trasparenti e friabili, con fratture ad angoli ben definiti, di natura evidentemente cristallina come quelle che descrivemmo per gli altri metalli for-

mate in presenza dell'aria. È assai probabile che i campi batterici siano la origine delle lamelle cristalline ad analogia dei corpuscoli batterici del piombo, i quali sotto l'occhio dell'osservatore si trasformano per apposizione in cristalli foliacei.

RIASSUNTO:

L'acqua distillata attacca, in presenza dell'aria a caldo, l'alluminio; a freddo lo zinco ed il ferro, portandoli in soluzione colloidale.

Nel vuoto sperimentammo solo il piombo ed il ferro. Ambedue i metalli formano, anche in questa condizione, delle soluzioni colloidali coll'acqua distillata.

Queste soluzioni, limpide nel vuoto, si intorbidiscono appena messe in contatto coll'aria. La soluzione colloidale di ferro prende allora una tinta leggermente verdastria, che passa al color ruggine. La soluzione colloidale del piombo diventa biancastra.

La soluzione del ferro forma nel vuoto dei depositi colorati in nero, in verdastro ed in rosso. Mentre i depositi neri e rossi si conservano anche all'aria, il deposito verdastro diventa color ruggine nel vuoto stesso.

Il deposito rosso formatosi nel vuoto, non ha le forme così nettamente cristalline come quelle delle soluzioni colloidali formatesi in presenza della aria.

Nel vuoto, fra le forme cristalline predominano le lamelle, mentre la massa del deposito consiste in corpuscoli colloidali color ruggine, agglutinati.

I corpuscoli colloidali di forma batterica di tutti questi metalli si trasformano, senza passare in soluzione vera, nei cristalli foliacei caratteristici per le soluzioni colloidali.

**Mineralogia.** — *Solidi di scorrimento nella galena* <sup>(1)</sup>. Nota dell'ing. dott. MICHELE TARICCO, presentata dal Socio G. STRUEVER.

In una Nota precedente <sup>(2)</sup> ho descritto la traslazione di prismetti che si ottiene mediante percussione in modo assai facile e visibile nei cristalli di fosgenite di Monteponi, accennando in fine della Nota ad un fenomeno analogo provocabile nella galena. Scopo della presente è appunto quello di descrivere i risultati ottenuti sulla galena delle varie località di cui mi fu possibile avere campioni.

La percussione dei saggi non si effettuò con misure di altezza di caduta, nè di spessore dei saggi percossi, ma a mano, con aghi di acciaio o spilli di ottone, usando come corpo urtante un parallelepipedo di legno.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nella Scuola mineraria di Iglesias.

<sup>(2)</sup> Ved. Rend. Acc. Lincei, vol. XIX, serie 5<sup>a</sup>, pag. 278.



Nella galena lo studio delle figure al microscopio è reso difficile dalla opacità del minerale: se si usano piccoli ingrandimenti non si ha alcun vantaggio sensibile rispetto ad una buona lente a mano; a ingrandimenti più forti, a causa della maggior vicinanza dell'obbiettivo al saggio, questo non riceve più il po' di luce necessaria alla visione delle figure, che non appaiono quindi in alcun modo. Ho rimediato soddisfacentemente incollando due striscioline di cartone a V sopra un vetrino porta-oggetti, facendo scorrere verso il vertice del V i saggi ed esaminando poscia questi a luce riflessa ottenuta inclinando a mano il vetrino. Migliori risultati si otterrebbero certamente

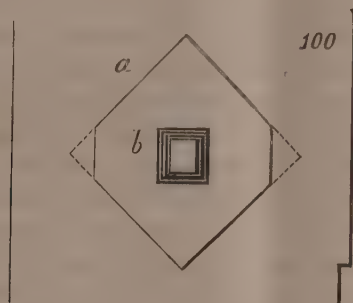


Fig. 1. — Figure positive schematicamente ingrandite a 200 diam., *a* perim. della fig. esterna (110), *b* dell'interna a gradinate (100).

coll'apparecchio microfotoscopico usato in metallografia per lo studio dei metalli e delle leghe.

Percuotendo con un ago un solido di sfaldatura di galena dello spessore di qualche millimetro, si forma nel punto urtato una ammaccatura tondeggiante, irregolare; sovente essa è circoscritta da una tramoggia cava (figura solida negativa), a base quadrata, coi lati orientati a 45 gradi da quelli dovuti alla sfaldatura e formanti il contorno della faccia percossa.

Sulla superficie opposta a quella percossa si forma assai più spesso della figura negativa, che può anche mancare, una tramoggia emergente (figura solida positiva), a base quadrata, orientata come quella di percussione. La figura negativa non si presta così bene all'esame come la positiva, sia per la presenza dell'ammaccatura, sia per la minor luminosità; la positiva invece, emergente e brillante, si vede abbastanza bene anche quando è appena delineata. Essa ha in generale un contorno quadratico; non è però infrequente il caso in cui qualcuno o anche tutti i vertici del contorno sono leggermente smussati da lati del cubo (v. fig. 1, perimetro *a*).

Le superficie laterali della figura solida positiva sono in generale curve, colla convessità volta all'esterno; non presentano strie speciali; quelle, fre-

quentissime sulle facce di sfaldatura di tutte le galene esaminate (Derbyshire, Chemnitz, Iglesiente e Ogliastro), dirette secondo gli spigoli del cubo o a circa  $45^\circ$  da essi, proseguono il loro corso indisturbate sulle figure positive. Talvolta, secondo le diagonali del quadrato di base, si presentano due fratture radiali, secondo le quali spesso il saggio si frantuma; se il punto di percussione o di pressione è situato verso la parte centrale, il saggio si divide in due secondo una diagonale della figura solida, che resta così dimezzata ed osservabile sui due pezzi secondo la sezione longitudinale che va dalla figura positiva a quella negativa; se invece il punto di percussione è posto verso un vertice del contorno, si stacca di preferenza un quarto della figura solida, secondo due facce di sfaldatura normali fra loro.

Raramente la figura positiva ha le superficie piane, nette; quando ciò avviene, anche la figura negativa ha facce piane e si vede più chiaramente, per quanto anche in questo caso manchino le gradinate della fosgenite.

Il fenomeno fin qui descritto non manca di analogie con quello descritto per la fosgenite; uguale è la formazione del prisma interno di scorrimento, uguale l'orientazione di esso rispetto alla forma fondamentale; nella galena però non si hanno sulle due figure solide le gradinate così caratteristiche nella fosgenite; nella galena, le figure si formano con chiarezza di contorni piuttosto varia; talvolta, dopo leggeri urti o per spessori un po' forti, appena si intravedono mediante ripetuti giuochi di luce riflessa sulle facce brillanti di sfaldatura ed hanno forme tondeggianti in cui non è ben chiaro il quadrato di base; in casi analoghi la fosgenite avrebbe dato sia pure un solo gradino, ma assai netto. Lo spessore massimo su cui si ottenne la figura positiva fu di 7 mm. in un solo saggio; il lato della base quadratica vi raggiunse mm. 1.3; la percussione era avvenuta con punta di chiodo arrotondata. Il fenomeno riesce bene per ispessori fino a circa 3 mm.

Proseguendo le ricerche su lamelle più sottili, di preferenza con spessore inferiore al millimetro, ottenute a caso spezzando parallelepipedi di sfaldatura, ho potuto infine ottenere su entrambe le facce delle lamelle percosse anche le tramogge a gradinate, perfettamente simili a quelle della fosgenite, salvo l'orientazione.

Le tramogge positive e negative a gradinate hanno basi quadrate o leggermente rettangolari, coi lati paralleli a quelli del cubo, e cioè a  $45^\circ$  da quelli delle figure solide prima descritte (v. fig. 1, *b*); talvolta, su lamine di qualche decimo di millimetro, esse sono isolate, cioè non sono accompagnate dalle figure con perimetro *a*; più spesso e sugli stessi saggi su cui tali figure isolate si presentano, si hanno contemporaneamente entrambe le figure, come schematicamente è disegnato nella fig. 1. La tramoggia positiva a gradinate ha spesso un lato di base, talvolta anche due, in coincidenza colle fratture diagonali che attraversano la figura positiva senza gradinate e non è quindi con questa perfettamente centrata.

Le dimensioni dei lati di base delle due figure sono in media di millimetri  $0.12 \div 0.14$  per quella esterna  $a$ ; di mm  $0.03 - 0.04$  per quella a gradinate  $b$ . Il numero dei gradini è variabile; spesso è da 5 a 10. Per quanto non in modo assoluto, si può dire che la fig.  $a$  si forma di preferenza su lamine di maggiore spessore, per pressione o per urto non deciso; quella  $b$  invece si forma isolata sotto urti secchi, su lamine sottili, con spilli assai fini da entomologo.

Come già si è accennato, sono frequenti le frantumazioni dei saggi secondo le diagonali della figura solida a contorno  $a$ , la quale si può quindi seguire in sezione nell'interno dei saggi; tale frantumazione si ottiene anche e meglio per pressione, più facilmente regolabile. La sezione longitudinale del prismetto maggiore non si presenta in generale con contorni netti; è però caratterizzata da due zone a numerosissime e sottilissime strie parallele alla superficie percossa, racchiudenti una zona intermedia più tranquilla, con rare strie, spesso a contorni rettilinei, la quale corrisponde al prismetto interno. Una parte delle strie della zona esterna si spezza verso l'esterno della sezione del prismetto maggiore e si volge all'indietro verso la parte urtata, mettendo così in evidenza lo scorrimento avvenuto; qualche stria si spezza verso la parte interna che corrisponde al prismetto minore volgendosi in avanti, verso la figura positiva, come per dimostrare che il prismetto minore ha subito uno spostamento totale maggiore o, se si vuole, ha avuto uno spostamento relativo rispetto al prismetto esterno.

I due scorrimenti secondo (110) e (100), corrispondenti alle due figure solide  $a$  e  $b$ , sono già in buona parte conosciuti; lo scorrimento secondo (100) fu messo in evidenza dal Mügge<sup>(1)</sup>, che comprimendo su due vertici opposti il cubo, lo ha deformato in un parallelepipedo monoclino a base quadrata ed a superficie laterali striate parallelamente alla base; lo scorrimento secondo (110) è dato interrogativamente dal Klockmann<sup>(2)</sup>. Altre ricerche non ho potuto eseguire per mancanza di materiale bibliografico e da esperimento; ma la presenza del prismetto maggiore mi pare decisiva per confermare anche lo scorrimento secondo (110). Mentre lo scorrimento secondo (100) è una vera traslazione, quello secondo (110) va forse più propriamente considerato come uno scorrimento proporzionale, analogo a quello che notoriamente si ha nella calcite: così spesso i solidi di sfaldatura di galena assoggettati ad urti, presentano su una faccia una parte di essa leggermente ruotata, con formazione di un diedro rientrante avente lo spigolo parallelo alla diagonale della faccia del cubo.

(1) Wallerant, *Crystallographie*, 1909.

(2) Klockmann, *Lehrbuch der Mineralogie*, 1907.



Fisiologia. — *Influenza della luce sulla iperglobulia dell'alta montagna* <sup>(1)</sup>. Nota I del dott. TULLIO GAYDA, presentata dal Socio A. Mosso.

Le variazioni del sangue nell'alta montagna furono già oggetto di molte ricerche.

Fin dal 1878, Paul Bert <sup>(2)</sup> suppose che nell'acclimatamento dell'uomo a grandi altezze il suo sangue divenisse atto, sia per una modificazione nella natura o nella quantità di emoglobina, sia per un aumento del numero dei globuli rossi, ad assorbire più ossigeno. E questo stesso autore <sup>(3)</sup> osservò infatti più tardi che il sangue di animali originarii di La Paz (3700 m.) e anche di quelli acclimatati, presentava una capacità di assorbimento per l'ossigeno, maggiore di quella del sangue di animali viventi a bassa altitudine.

Viault <sup>(4)</sup> accertò per il primo direttamente, col conteggio e coll'esame colorimetrico, un aumento del numero dei globuli rossi e della quantità di emoglobina nel sangue di uomini e di animali dimoranti a grandi altezze.

Seguono a queste prime ricerche quelle di molti altri autori eseguite non solo nell'alta montagna ma anche durante ascensioni areostatiche <sup>(5)</sup>. Da tutte queste risulta essenzialmente che col crescere della altitudine ha luogo un rapido aumento del numero dei globuli rossi nel sangue, accompagnato da un aumento della quantità di emoglobina che però si produce più lentamente.

A produrre questi mutamenti del sangue nell'alta montagna, devono concorrere certamente parecchi fattori. È stata studiata specialmente l'influenza dell'aria rarefatta, e gli esperimenti sono stati eseguiti colla campana pneumatica. Le ricerche di Regnard <sup>(6)</sup>, Schaumann e Rosenqvist <sup>(7)</sup>, Jacquet <sup>(8)</sup>,

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nei Laboratori scientifici « Angelo Mosso », sul Monte Rosa.

<sup>(2)</sup> Paul Bert, *La pression barométrique*, Paris, 1878, pag. 1108.

<sup>(3)</sup> Paul Bert, *Sur la richesse en hémoglobine du sang des animaux vivant sur les hauts lieux*. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 94, 805, an. 1882.

<sup>(4)</sup> P. Viault, *Sur l'augmentation considérable du nombre des globules rouges dans le sang chez les habitants des hauts plateaux de l'Amérique du sud*. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 111, 917, an. 1890; *Sur la quantité d'oxygène contenue dans le sang des animaux des hauts plateaux de l'Amérique du Sud*. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 112, 295, an. 1891; *Action physiologique des climats de montagne*. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 114, 1562, an. 1892.

<sup>(5)</sup> Un'ampia raccolta della bibliografia su questo argomento si trova nel lavoro di H. J. A. v. Voornfeld, *Das Blut im Hochgebirge*. Pfüger's Arch. 92, 1, an. 1902.

<sup>(6)</sup> P. Regnard, *Les anémiques sur les montagnes; Influence de l'altitude sur la formation de l'hémoglobine*. Compt. rend. de la Soc. de Biol. 44, 470, a. 1892.

<sup>(7)</sup> O. Schaumann und E. Rosenqvist, *Ist die Blutkörperchenvermehrung im Höhenklima eine wirkliche oder eine nur scheinbare?* Pfüger's Arch., 68, 55, an. 1897.

<sup>(8)</sup> A. Jacquet, *Höhenklima und Blutbildung*. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol., 45, 1, a. 1901.

Sellier <sup>(1)</sup>, Frey <sup>(2)</sup>, Fiessler <sup>(3)</sup> ed altri hanno dimostrato che effettivamente l'aria rarefatta produce un aumento del numero dei globuli rossi e della quantità di emoglobina. Anzi Jacquet, che ha esaminato sistematicamente i diversi fattori che agiscono in montagna sul sangue, ha negato qualsiasi influenza della temperatura, della secchezza dell'aria e della luce, ed ha affermato che la depressione atmosferica spiega da sola le variazioni del sangue nell'alta montagna.

Lapicque e Mayer <sup>(4)</sup> accertarono invece che anche il freddo può essere causa di iperglobulia.

Schunburg e Zuntz <sup>(5)</sup> supposero che le variazioni del sangue nell'alta montagna siano prodotte, oltre che dalla temperatura, anche dalla maggiore intensità della luce.

Un'azione fisiologica della luce sul sangue è stata infatti dimostrata da diversi autori.

Così già Tizzoni e Fileti <sup>(6)</sup> osservarono che conigli, nati da 23 giorni, tenuti all'oscuro morivano, mentre la quantità di emoglobina diminuiva.

Graffenberger <sup>(7)</sup>, escludendo la luce a conigli, vide diminuire in questi la quantità di emoglobina ed in seguito anche la quantità di sangue.

Marti <sup>(8)</sup> accertò una diminuzione del numero dei globuli rossi nei topi tenuti all'oscuro, ed al contrario un aumento della formazione dei globuli rossi ed in piccolo grado anche dell'emoglobina negli stessi animali portati alla luce intensa e continua.

Schönenberger <sup>(9)</sup> invece, tenendo conigli all'oscuro o escludendo la luce dagli occhi, osservò un aumento progressivo dei globuli del sangue e delle sostanze solide, dovuto ad una perdita di acqua dal sangue.

(1) Sellier, *Thèse de Bordeaux*, 1895.

(2) H. Frey, *Der Hämoglobingehalt im zirkulierenden Kaninchenblut bei gewöhnlichem und vermindertem Luftdruck*. Diss. Zürich, 1903.

(3) A. Fiessler, *Zur Kenntnis der Wirkung des verminderten Luftdruckes auf das Blut*. Deutsch. Arch. f. Klin. Med. 81, 579, a. 1904.

(4) L. Lapicque et A. Mayer, *Hyperglobulie périphérique sous l'influence du froid*. Compt. rend. de la Soc. de Biol., 55, 823, a. 1903.

(5) Schunburg und Zuntz, *Zur Kenntnis der Einwirkungen des Hochgebirges auf den menschlichen Organismus*. Pflüger's Arch. 63, 461, a. 1896.

(6) G. Tizzoni e M. Fileti, *Influenza della luce sulla produzione dell'emoglobina*. Atti della R. Acc. dei Lincei (3), 4, 168, a. 1880.

(7) L. Graffenberger, *Versuche über die Veränderungen welche der Abschluss des Lichts in der chemischen Zusammensetzung des thierischen Organismus und dessen Stickstoff-Umsatz hervorruft*. Pflüger's Arch. 53, 238, a. 1898.

(8) A. Marti, *Wie wirken die chemischen Hautreize und Belichtung auf die Bildung der roten Blutkörperchen?* Verhandl. d. 15. Kongresses f. inn. Mediz. 1897, p. 598.

(9) F. Schönenberger, *Der Einfluss des Lichts auf den thierischen Organismus nebst Untersuchungen über Veränderungen des Bluts bei Lichtabschluss*. Diss. Berlin, 1898.

Oerum <sup>(1)</sup> eseguì esperimenti su conigli alla luce ed alla oscurità, che duravano per diversi mesi; e trovò che l'oscurità produce prima una forte diminuzione della quantità di emoglobina, mentre il numero dei globuli rossi rimane invariato, poi una diminuzione del volume del sangue. La luce intensa invece produce una forte diluizione del sangue, seguita da un aumento della quantità di emoglobina e del numero dei globuli rossi.

Ma dell'influenza della luce sul sangue, in montagna, si occupò direttamente Mayer <sup>(2)</sup>, il quale portò conigli dello stesso ceppo da Basilea a Davos e tenne per un mese alcuni di questi all'oscuro e gli altri alla luce; quindi mise all'oscuro i primi ed alla luce i secondi. L'esclusione della luce fu senza effetto sulle variazioni del sangue. Dopo una breve diminuzione del numero dei globuli rossi, si verificò un aumento graduale del numero dei globuli rossi e della quantità di emoglobina, colla sola differenza che negli animali tenuti all'oscuro il massimo fu raggiunto più tardi.

Benchè questi risultati dimostrino che la luce non ha quasi alcuna influenza sulle variazioni del sangue in montagna, ho voluto intraprendere altre ricerche su questo argomento a grande altitudine, dove le variazioni del sangue sono generalmente ben evidenti, e non limitarle solamente al conteggio dei globuli e al dosaggio della emoglobina in campioni di sangue, ma estenderle alla totalità del sangue. A tutte le esigenze che queste ricerche avrebbero presentato era possibile soddisfare ampiamente coi mezzi di cui dispongono i Laboratorii scientifici « Angelo Mosso », posti sul Col d'Olen, nel gruppo del Monte Rosa, a 2900 m. di altezza.

Gli esperimenti furono eseguiti su tre coppie di conigli possibilmente della stessa età. Ogni coppia apparteneva al medesimo ceppo e possedeva lo stesso colore del pelo. Furono però scelte coppie di colore differente per poter conoscere l'eventuale influenza esercitata dalla diversa pigmentazione: una coppia di conigli era bianca, un'altra nera, l'ultima fulva. Tutti gli animali ricevevano lo stesso vitto, consistente in patate, fieno, verdura, crusca e pane. Questo alimento venne somministrato già due settimane prima di cominciare gli esperimenti.

Il 17 agosto 1909 i conigli, di cui nei giorni precedenti era stato determinato il numero dei globuli rossi e la quantità di emoglobina, furono chiusi in una gabbia spaziosa e ben aerata e spediti direttamente da Torino (238 m.) al Col d'Olen. Quivi giunsero il 19 agosto verso mezzogiorno in buonissimo stato di salute e subito vennero messi in un apposito ed ampio recinto all'aria libera, fornito di un conveniente ritiro per la notte. Il 22 agosto si determinò il numero dei globuli rossi e la quantità di emoglo-

(<sup>1</sup>) H. P. T. Oerum, *Ueber die Einwirkung des Lichts auf das Blut*. Pflüger's Arch. 114, 1, an. 1906.

(<sup>2</sup>) C. F. Mayer, *Ueber den einfluss des Lichts im Höhenklima auf die Zusammensetzung des Blutes*. Diss. Basel, 1900.

bina di un coniglio bianco, di uno nero e di uno fulvo, che furono destinati per gli esperimenti all'oscuro e che quindi furono messi in una casetta di legno adiacente al recinto, appositamente costruita e sufficientemente ampia affinché gli animali si potessero liberamente muovere. In questo ambiente l'oscurità non era assoluta e ciò era stato fatto a bella posta perchè gli animali potessero almeno discernere il vitto che loro era somministrato. Gli altri conigli furono destinati per gli esperimenti alla luce e furono lasciati nel loro recinto, di essi venne determinato, come era stato fatto per gli animali messi all'oscuro, il numero dei globuli rossi e la quantità di emoglobina. Queste determinazioni erano in seguito eseguite su ogni animale a intervalli di tre giorni.

I metodi di ricerca adoperati furono i seguenti :

Il conteggio dei globuli rossi fu eseguito coll'apparecchio di Thoma-Zeiss. Il sangue era diluito col liquido di Hayem nella proporzione di 1:200. I risultati riportati nella tabella sono la media delle determinazioni eseguite su due preparati. In questi il conteggio era eseguito su metà almeno dei grandi quadrati. Per ogni preparato furono seguite con cura tutte le regole date in proposito.

La quantità di emoglobina fu determinata coll'emometro di Fleischl modificato da Miescher. Il sangue era diluito nella proporzione dell'1:200, con una soluzione di soda all'1 % di fresco preparata. Si eseguiva il metodo di controllo adoperando due camere rispettivamente di 15 mm. e di 12 mm. di altezza. Le letture in numero di dieci per ogni camera erano fatte in un gabinetto oscuro alla luce di una candela. Si paragonava il colore della soluzione di sangue con quello del cuneo di vetro solo quando dal campo di osservazione era assolutamente esclusa, con un apposito schermo, ogni minima traccia di luce bianca. Seguendo scrupolosamente questo sistema, si potevano ottenere risultati molto soddisfacenti. La quantità di emoglobina era calcolata in base alla media di tutte le letture eseguite.

Speciali precauzioni si ebbero per raccogliere il sangue per il conteggio dei globuli ed il dosaggio dell'emoglobina. Si raccoglieva il sangue periferico incidendo uno dei vasi posteriori dell'orecchio. La prima goccia di sangue che appariva veniva sempre asciugata; le altre erano aspirate nelle pipette solo quando si producevano spontaneamente e rapidamente, così che se ne poteva impedire l'evaporazione.

In questa prima Nota mi limiterò ad esporre le osservazioni eseguite sul sangue periferico dei singoli animali sottoposti agli esperimenti. Nella tabella seguente sono raccolti i risultati delle determinazioni del numero dei globuli rossi e della quantità di emoglobina.



CONIGLI	LUOGO	DATA	OSCURITÀ			LUCE		
			Numero dei globuli rossi	Emoglobina %o	Emoglobina per miliardo di globuli rossi mgr.	Numero dei globuli rossi	Emoglobina %o	Emoglobina per miliardo di globuli rossi mgr.
Bianchi . .	Torino	15. VIII	6.038.000	10,40	17,2	6.180.000	10,32	16,7
	Col d'Olen	22. VIII	6.598.000	10,51	15,9	—	—	—
	"	23. VIII	—	—	—	6.485.000	10,66	16,4
	"	25. VIII	6.125.000	10,60	17,3	6.712.000	11,19	16,7
	"	28. VIII	5.968.000	10,32	17,3	6.850.000	11,07	16,2
	"	31. VIII	5.875.000	9,98	17,0	6.892.000	11,20	16,3
	"	3. IX	5.880.000	10,03	17,0	6.975.000	11,44	16,4
	"	4. IX	—	—	—	6.980.000	11,40	16,3
	"	5. IX	5.850.000	10,16	17,4	—	—	—
Neri . . . .	Torino	15. VIII	6.212.000	10,26	16,5	6.208.000	10,20	16,4
	Col d'Olen	22. VIII	6.828.000	10,63	15,6	—	—	—
	"	23. VIII	—	—	—	6.643.000	10,69	16,1
	"	25. VIII	6.735.000	11,01	16,3	6.785.000	11,44	16,9
	"	28. VIII	6.371.000	10,75	16,9	6.825.000	11,23	16,5
	"	31. VIII	6.275.000	10,56	16,8	6.812.000	11,28	16,6
	"	3. IX	6.418.000	10,92	17,0	7.014.000	11,97	17,1
	"	6. IX	—	—	—	7.028.000	11,99	17,1
	"	8. IX	6.766.000	11,71	17,3	—	—	—
Fulvi . . .	Torino	16. VIII	6.487.000	10,86	16,7	6.490.000	10,99	16,9
	Col d'Olen	22. VIII	7.075.000	11,18	15,8	—	—	—
	"	23. VIII	—	—	—	7.321.000	11,64	15,9
	"	26. VIII	7.441.000	11,98	16,1	7.543.000	12,88	17,1
	"	29. VIII	7.362.000	11,85	16,1	7.600.000	12,76	16,8
	"	1. IX	7.064.000	11,61	16,4	7.614.000	12,95	17,0
	"	4. IX	7.098.000	11,72	16,5	7.575.000	12,57	16,6
	"	7. IX	—	—	—	7.633.000	13,06	17,1
	"	9. IX	7.250.000	12,10	16,7	—	—	—

Risulta dalla tabella che i conigli esaminati tre giorni dopo il loro arrivo al Col d'Olen presentano nel sangue periferico un aumento del numero dei globuli rossi e della quantità di emoglobina, l'aumento però subito da questa è inferiore in proporzione a quello dei globuli rossi, così che il contenuto in emoglobina dei globuli rossi diminuisce. Questa iperglobulia deve probabilmente essersi prodotta già in un tempo anteriore. Foà <sup>(1)</sup> infatti, ha trovato che a 3000 m. l'iperglobulia si manifesta già dopo 8-9 ore dall'arrivo e forse anche prima.

Dopo queste prime determinazioni gli animali sono separati e parte lasciati alla luce, parte tenuti all'oscuro. Da questo momento si verifica nelle due serie di animali un diverso comportamento del sangue. Mentre negli animali lasciati alla luce il numero dei globuli rossi e la quantità di emoglobina subiscono ancora un leggero aumento, in quelli tenuti all'oscuro si osserva una diminuzione più o meno rapida ed evidente tanto del numero dei globuli rossi, quanto della quantità di emoglobina. Questa diminuzione può raggiungere i valori osservati nella pianura ed anche scendere al di sotto, non dura però a lungo, ma è seguita generalmente da un aumento che riporta i valori all'altezza originaria. Questo aumento non si è potuto osservare nel coniglio bianco. Questo animale ha anche presentato più rapidamente e più evidentemente le variazioni del sangue dovute alla oscurità. Parrebbe quindi che la presenza del pigmento si opponga, fino ad un certo punto, all'azione della luce. In tutte e due le serie di animali le variazioni della quantità di emoglobina hanno seguito quelle del numero dei globuli rossi, il contenuto in emoglobina dei globuli rossi però è andato aumentando e si è uguagliato in fine a quello osservato in pianura.

Dagli esperimenti e dalle osservazioni eseguiti, risulterebbe adunque che tra i fattori che agiscono nell'alta montagna, anche la luce ha una certa importanza nel determinare le note variazioni del sangue. Infatti la esclusione della luce è capace di far diminuire ed anche scomparire, sia pure temporaneamente, l'iperglobulia periferica dell'alta montagna.

(<sup>1</sup>) C. Foà, *I mutamenti del sangue sull'alta montagna*. Rend. della R. Accad. dei Lincei (5), 12, 2° sem. 404, a. 1903.

Fisiologia. — *Sugli scambi di sostanze nutritizie e delle interne secrezioni glandulari nei ratti in parabiosi* <sup>(1)</sup>. Nota del dott. UGO LOMBROSO, presentata dal Socio L. LUCIANI.

Molte interessanti ricerche sono state eseguite col metodo della parabiosi dopochè Sauerbruch e Heyde <sup>(2)</sup> rimisero in onore questo metodo che era stato indicato per la prima volta nel 1863 da P. Bert <sup>(3)</sup>, ma poi non più adoperato.

La parabiosi come si sa, consiste nell'unione di due animali della stessa specie (od anche di specie diversa, ma in quest'ultimo caso la conservazione in vita degli animali è molto breve) mediante un'ampia sutura dello strato cutaneo, muscolare e del peritoneo parietale. Non mi trattengo oltre sulla descrizione dell'atto operativo, che è ampiamente riferito dagli autori sopra menzionati.

Dalla maggioranza degli studiosi dell'argomento, si ammette che fra gli animali uniti in parabiosi si formino numerose anastomosi dei vasi sanguigni. P. Bert nei ratti se ne convinse coll'esame istologico, Sauerbruch ed Heyde nei conigli, ravvisarono anche macroscopicamente le connessioni vasali. Zapelloni <sup>(4)</sup>, le rese più evidenti nei ratti con iniezioni colorate ecc. Anche Morpurgo <sup>(5)</sup> che non aveva potuto col metodo delle iniezioni colorate dimostrare le connessioni vascolari, aveva però osservato (concorde in ciò con tutti gli autori) che quando un animale in parabiosi sopravvive alla morte dell'altro, spinge a poco a poco gran parte del suo sangue in questo, sino a morire pressochè dissanguato.

Stabilita l'esistenza di anastomosi vascolari, il metodo della parabiosi appariva sopra ogni altro acconcio per lo studio di molti argomenti, quali ad esempio quelli attinenti alle secrezioni interne di vari organi, pancreas tiroide, capsule surrenali, testicoli ecc. E così pure poteva ritenersi molto adatto per recare nuovi contributi alla dottrina umorale, che in questi ultimi anni ebbe un così largo seguito.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito in parte nel Laboratorio di Fisiologia di Roma (direttore prof. sen. Luigi Luciani) in parte nel Laboratorio di Fisiologia di Amsterdam (direttore prof. G. Van Rynberk).

<sup>(2)</sup> Sauerbruch e Heyde, Münchener med. Wochenschr, 1908, n. 4.

<sup>(3)</sup> P. Bert, Archives de Physiologie, 1863.

<sup>(4)</sup> Zapelloni, Policlinico. Sezione Medica, n. 6. Contiene una accurata bibliografia sull'argomento.

<sup>(5)</sup> Morpurgo, Archivio di Fisiologia, vol. VII.

Per ciò che riguarda lo scambio di sostanze iniettate negli animali in parabiosi, è stato dimostrato che molti farmaci somministrati per via sottocutanea od endovenosa ad uno, esercitano la loro influenza anche sull'altro o si rinvencono nelle sue deiezioni. Non soltanto, ma tale diffusione si può osservare, per molte sostanze saline, anche se si somministrano per via orale, il che elimina il dubbio di un passaggio diretto della sostanza come poteva obiettarsi nel caso delle iniezioni. Ciò dimostrarono Amantea e Manetta <sup>(1)</sup> e Zapelloni, il quale ultimo poi fornì dati non solo qualitativi, ma anche quantitativi.

Epperò altre sostanze, come ad esempio il bleu di metilene, somministrate per bocca anche in forti quantità si dimostrano in misura assai differente nelle urine dei due animali; mentre l'urina dell'animale in cui fu introdotto il bleu di metilene è fortemente colorata, l'urina dell'altro presenta appena una lieve colorazione.

Lo Zapelloni poi osservò che somministrando a due topi in parabiosi, all'uno vitto carneo, all'altro vitto povero d'azoto, nell'urina di questo ultimo si aveva più azoto che non nell'urina di altri topi isolati tenuti alla stessa dieta per termine di confronto.

Le più interessanti ricerche, riguardo agli scambi che fra animali in parabiosi si possono determinare, sono quelle di Morpurgo, che tenne in vita per parecchi mesi alcune coppie di topi dopo l'estirpazione dei due reni ad uno degli animali. Però il Morpurgo osservò pure che se si estirpa un solo rene in un topo in parabiosi, soltanto il rene dello stesso topo si ipertrofizza, mentre quello dell'altro topo non presenta alcuna modificazione.

Quest'ultima osservazione apriva il campo ad un grave dubbio. Gli scambi fra gli animali in parabiosi avvengono anche quando non si sono determinati (come nel caso dell'estirpazione dei due reni in un topo) delle speciali condizioni le quali richieggono la eliminazione delle sostanze, che altrimenti, accumulandosi danneggerebbero l'organismo? Ed ancora, si compiono questi scambi anche per i normali costituenti istogenici della crasi sanguigna, oppure avvengono soltanto per le sostanze istolitiche od estranee alla crasi?

Il primo sperimentatore che tentò di utilizzare il metodo della parabiosi in un quesito la cui soluzione avrebbe pure contribuito al problema sopra esposto, fu il Forsbach <sup>(2)</sup>, il quale studiò il comportamento di cani in parabiosi dopo l'estirpazione del pancreas in uno di essi.

Nel breve tempo nel quale gli animali vissero in tale condizione (i cani male si prestano alle ricerche con la parabiosi, perchè muoiono in poco tempo) osservò che in ambedue la glicosuria compariva, ma in grado mi-

<sup>(1)</sup> Amantea e Manetta, R. Reale Accademia dei Lincei, 1910.

<sup>(2)</sup> Forsbach, Arch. f. experimentelle Pathologie u. Pharm. 1909.



nore di quanto si osserverebbe estirpando il pancreas in un cane isolato. Il fatto che anche nel cane non spancreatizzato comparve la glicosuria, rende molto difficile l'interpretazione del risultato; se cioè il grado lieve nel quale si presenta la glicosuria nell'animale spancreatizzato, dipenda da che in esso giunge una parte dell'interna secrezione pancreatica dell'animale sano, o se invece (come pare più probabile) non dipenda soltanto dal fatto che esso si scarica di una parte dello zucchero accumulatosi in abnorme misura nel suo sangue. Perciò non viene da questi risultati chiarito il problema, se avvengano fra animali in parabiosi scambi dei normali costituenti della crasi sanguigna. Nè più fortunate furono allo stesso proposito, alcune mie ricerche delle quali ho reso conto in precedenti comunicazioni. In esse erasi indagato se conigli e topi vergini uniti in parabiosi con conigli o topi gravidi od allattanti, presentassero modificazioni nelle glandule mammarie. Questa ricerca era stata istituita per contribuire alla soluzione del discusso quesito dello sviluppo delle glandule mammarie, se cioè esso dipenda dall'azione di particolari sostanze eccitanti od *ormoni*, messe in circolo dal feto (od altre parti dell'uovo fecondato) o se invece dipenda da un'azione nervosa esercitata dall'apparato genitale in gestazione.

Se avessi potuto osservare alcuna modificazione nelle mammelle delle coniglie o tope vergini, sarebbe stato dimostrato nello stesso tempo, che lo sviluppo di queste glandule dipendeva da un fattore umorale e che gli *ormoni* passano da un animale all'altro.

Siccome però non si osservarono modificazioni apprezzabili delle glandule, così il risultato di questa esperienza poteva interpretarsi sia nel senso che detto sviluppo non dipende dall'azione di speciali *ormoni*, sia che questi ultimi non si diffondono.

Per contribuire alla soluzione del quesito, se negli animali in parabiosi avvengano scambi non soltanto delle sostanze introdotte artificiosamente o di natura escrementizia che in modo abnorme si accumulino, io ho voluto indagare se negli animali così operati vi fossero scambi apprezzabili di sostanze nutritizie; tali da poter prolungare la vita di un topo digiunante unito in parabiosi con un altro ben alimentato.

Per impedire al topo in esperimento di mangiare, riusciti inefficaci alcuni tentativi in altro modo, (gabbia a doppio scompartimento, alimentazione a tempo determinato ad uno dei topi ecc.), usai l'applicazione di un'apposita museruola, consistente in un cono di metallo sottile, aperto ai due estremi simile alla forma del muso del topo, al quale si adatta perfettamente. Per due fori laterali passa una asticella pure di metallo in modo da appoggiarsi alla base posteriore dei due denti superiori, tenendo così fissa la museruola senza che fosse possibile al topo di spostarla, mentre lascia allo stesso libera la respirazione e tutti i movimenti.

Ho applicato tale museruola anche agli animali non parabiosati, tenuti a digiuno per campione, sia per impedire all'animale di mangiare le proprie fecce, sia per tenere gli animali nelle stesse condizioni sperimentali.

In quattro topi normali, del peso di 130-170 gr. messi in tale condizione, la morte sopraggiunse fra i sei giorni e mezzo ed otto giorni al massimo, con una perdita di peso oscillante fra il 35-45 %.

Riferisco ora sommariamente i risultati osservati su quattro coppie di ratti in parabiosi.

I. Due topi maschi del peso di 115-120 gr. vengono uniti in parabiosi il 24 aprile 1910.

Il 7 maggio ore 10 la coppia pesa complessivamente 205 gr. (diminuita cioè di 30 gr. dopo l'atto operativo). Al topo di destra, il più pesante vien posta la museruola.

L'animale si agita furiosamente per liberarsi della museruola specialmente quando il compagno si avvicina al cibo.

Il 9 maggio peso della coppia gr. 186.

Il 10 maggio mattina, si trova il topo di destra morto e quello di sinistra agonizzante. La ferita cutanea è riaperta. Peso della coppia 182 gr.

II. Due topi maschi del peso di 65 gr. cadauno vengono uniti in parabiosi il 15 aprile 1910.

Al 23 maggio ore 10 la coppia pesa complessivamente 190 gr. (sono aumentati di 60 gr. complessivamente),

Vien posta la museruola al topo di sinistra. Al solito agitazione.

25 maggio. Peso della coppia 176 gr.

27 maggio. Peso della coppia 168 gr.

28 maggio, ore 18 il topo digiunante muore. Peso complessivo della coppia 163 gr.

III. Due topi femmine del peso di 35 gr. circa cadauna, sono unite in parabiosi il 16 aprile 1910.

Il 2 giugno la coppia pesa 205 gr. (aumentati complessivamente di 55 gr.) alle ore 10 vien posta la museruola al topo di sinistra. Al solito agitazione.

4 giugno peso della coppia gr. 190.

6 giugno peso della coppia gr. 178.

Al 7 giugno mattina, si trovano morti ambedue i topi. Peso complessivo della coppia gr. 175.

IV. Due topi maschi del peso di 55 gr. cadauno sono uniti in parabiosi il 2 giugno 1910.

Al 28 giugno pesano complessivamente 145 gr. ed all'osservazione appaiono perfettamente uguali. Si estirpano i testicoli al topo di sinistra. Dopo

qualche settimana il topo di sinistra appare manifestamente più grosso e grasso del destro. Al 4 di settembre la coppia pesa complessivamente 235 gr. con forte preponderanza nello sviluppo del topo di sinistra. A questo si applica alle ore 10 la museruola. Anche questo presenta viva agitazione e compie sforzi per liberarsi dalla museruola. Tuttavia si osservano intervalli di tranquillità più lunghi che nelle coppie precedenti.

6 settembre, la coppia pesa 220 gr.

8 settembre, la coppia pesa 212 gr.

7 settembre, la coppia pesa 210 gr. La temperatura rettale del topo destro è 38,7 C°, del topo sinistro 37,1 C°.

8 settembre, la coppia pesa 205 gr. La temperatura rettale del topo destro è 38,6 C°, del topo sinistro 36,8 C°.

9 settembre, sera. Peso della coppia 198 gr. Il topo di sinistra è agonizzante. Si sacrificano ambedue. All'autopsia si osservano nel topo di destra ricchissimi depositi di tessuto adiposo.

Dal risultato delle mie esperienze appare che un topo in parabiosi digiunante, mentre l'altro è abbondantemente alimentato, non resiste più tempo al digiuno di quanto resisterebbe un topo isolato. La perdita percentuale del peso, non è sempre così cospicua come nei topi isolati, ma deve essere presente che avendo in queste esperienze alimentato l'altro topo coi cibi più appetiti e sostanziosi, è probabile che un lieve aumento in peso di questo ultimo abbia mascherato in parte il reale deperimento del topo digiunante. Bisogna quindi ammettere che ben scarsi siano gli scambi delle sostanze nutritizie in questi animali.

Inoltre i dati di fatto osservati nella coppia IV forniscono ancora un altro contributo al nostro problema, se cioè avvengano o non avvengano scambi fra animali in parabiosi delle sostanze costituenti la normale crasi sanguigna. I due topi che servirono per questa coppia erano due maschi nati dallo stesso parto, di peso uguale e per molto tempo vivendo uniti, crebbero nella stessa misura. Soltanto dopo qualche settimana da che ad uno di essi (ancora in via di sviluppo) furono estirpati i testicoli, si manifestò una sempre più notevole differenza a suo vantaggio nello sviluppo del tessuto adiposo.

Senza voler trarre da una sola esperienza una definitiva è recisa conclusione, è però chiaro il suo significato nel senso che le modificazioni generali inerenti alla castrazione non vennero in questo animale influenzate dalla funzione interna dei testicoli del topo intatto.

Io ho inoltre osservato che estirpando in uno o due tempi ad un topo in parabiosi ambedue le capsule surrenali la morte sopraggiunge in breve tempo, tre, dodici giorni al massimo. Questo tempo massimo da me osservato in un solo caso sopra quattro esperienze fatte, è alquanto superiore a

quello osservato estirpando dette glandule nei topi isolati, che vissero al massimo cinque giorni (otto esperienze); ma non gli si può dare una grande importanza perchè nella letteratura dell'argomento si trovano esempî di ancor maggiore resistenza all'estirpazione delle capsule surrenali nei topi normali.

Risulta pertanto da queste ricerche sulle quali riferirò più ampiamente quando avrò raggiunto maggior copia di esperienze, che nei topi in parabiosi l'interna funzione delle capsule surrenali di uno degli animali non esercita una benefica ed efficace influenza sull'animale che ne è privo.

Dal complesso delle mie osservazioni emerge che nei topi in parabiosi non avvengono scambi rilevanti di sostanze nutritizie e probabilmente neppure di quelle sostanze che secondo l'opinione generale sono continuamente immesse nella crasi sanguigna dalle cosiddette glandule a secrezione interna.

Questo risultato urta a prima vista con quanto era stato dimostrato a proposito dell'esistenza di anastomosi vascolari per le quali tali scambi potrebbero avvenire; ma bisogna considerare che se questa condizione, anatomica, è indispensabile perchè gli scambi possano effettuarsi non è però la sola. A me pare probabile che ostacolo grave ad uno scambio efficace dei costituenti della crasi sanguigna sia la uguaglianza della *vis a tergo* dei liquidi che giungono ai vasi anastomizzati dai due opposti animali. Ed è forse appunto pel fatto che due topi in parabiosi non hanno scambi vivaci della loro crasi sanguigna che essi possono in tale condizione vivere perfettamente bene, crescere e moltiplicarsi, anche se sono di sesso diverso, di diversa età e sviluppo, e persino di varietà diversa (ad esempio topi albi e pezzati).

Ho creduto opportuno dar conto delle ricerche sopra ricordate, per quanto siano tuttora proseguite, in quanto già da esse si può giudicare con maggiore cognizione di causa sul valore del metodo della parabiosi per lo studio delle secrezioni interne e della dottrina umorale. E tanto più opportuno in quanto tutta la letteratura ormai cospicua della parabiosi, dava a sperare grandi servizi da questo metodo, il che ora mi pare assai dubbio.

**Patologia.** — *Sulla Leishmaniosi del cane e sull'ospite intermedio del Kala-Azar infantile* (<sup>1</sup>). Nota del dott. CARLO BASILE, presentata dal Socio B. GRASSI.

Lo studio della Leishmaniosi del cane, scoperta a Tunisi dal Nicolle (1908), ha oggi una grande importanza, giustificata dall'opinione di questo illustre scienziato che il Kala-Azar infantile sia di origine canina.

(<sup>1</sup>) Dall'Istituto di Anatomia Comparata della R. Università di Roma. Questi studi sono stati eseguiti, con mezzi concessi in parte dalla Direzione di Sanità Pubblica, allo Istituto di Anatomia Comparata, diretto dal mio maestro prof. Battista Grassi, che io ringrazio per avermi additato man mano la via da seguire.



In Italia fui io a segnalare, per il primo<sup>(1)</sup>, la Leishmaniosi del cane ed osservai che, per quanto lieve, esiste anche in quei luoghi (Roma), ove fino ad oggi non è stato segnalato alcun caso di Kala-Azar. Gli autori che successivamente si sono occupati della questione, han cercato di stabilire quale rapporto passi tra le due infezioni, causate da un protozoo che, morfologicamente, appare identico. Tutte le osservazioni fatte fino ad ora, inducono a ritenere che, vi sono luoghi in cui ambedue le infezioni esistono (Tunisi-Messina-Lisbona-Malta), mentre in altri, o esiste la sola Leishmaniosi del cane (Roma - Algeri)<sup>(2)</sup>, o solamente il Kala-Azar infantile<sup>(3)</sup> (Palermo).

Accenno, senza discutere, i risultati del Donovan che, nel 1909 in 1500 cani osservati a Madras, non ha riscontrato la Leishmaniosi; e ciò, perchè non voglio addentrarmi nella dibattuta questione dell'identità del Kala-Azar del Mediterraneo col Kala-Azar delle Indie; tanto più che nei cani delle Indie è riuscita negativa l'infezione sperimentale di *Leishmania* Donovan, tentata nel 1908 dal Patton<sup>(4)</sup>.

Espongo ora brevemente i nuovi risultati delle mie ricerche, i quali, forse, sono destinati a conciliare le diverse ipotesi emesse sulla Leishmaniosi del cane in rapporto al Kala-Azar infantile.

La Leishmaniosi del cane si presenta sotto due forme: la forma grave (o a decorso acuto), e la forma attenuata (o a decorso cronico). Non escludo però l'esistenza di forme intermedie. La prima ha un decorso di 3, 4, 5 mesi; colpisce principalmente i cani giovani, s'inizia con uno stato di tristezza dell'animale, con elevamento termico (39°-40°) non sempre costante, e quando esiste oscillante; quindi susseguono inappetenza, dimagrimento, tremore, qualche volta disturbi motori del treno posteriore, raramente diarrea; l'animale infine, rimanendo per lungo tempo rannicchiato in un posto preferito, e non lasciandosi distrarre da qualsiasi eccitazione esterna, viene a morte in uno stato comatoso. I corpi di *Leishman* sono numerosi nella milza, nel midollo osseo, nel fegato. Nel sangue circolante si rivelano almeno nei pe-

(<sup>1</sup>) Basile Carlo, Rendic. Acc. Lincei, vol. XIX, serie 5ª, fasc. 3 1910.

(<sup>2</sup>) I Sergeant in Algeri, ove, fino ad ora, non è stato dimostrato il Kala-Azar, han trovato cani con Leishmaniosi, venendo a confermare così le mie ricerche fatte nel 1909 al deposito comunale dei cani di Roma.

(<sup>3</sup>) Quest'ultimo dato fornito dagli studi della Clinica Pediatrica diretta dal professor R. Jemma, non è però del tutto sicuro, perchè mentre i cani esaminati provenivano direttamente dalla città di Palermo, i bambini affetti da Kala-Azar infantile, accertato dalla ricerca positiva del parassita, vivevano nelle borgate o in paesi distanti dalla città; nè alla clinica del prof. Jemma, fu possibile eseguire, se non in un solo caso (e con esito negativo), le ricerche dei cani che appartenevano alle famiglie dei bambini ammalati.

(<sup>4</sup>) È da notare per ora, che Cristophers, trovò a Madras, nei cani indigeni il piroplasma, il leucocytozoon, e un tripanosoma patogeno.

riodi di forte ipertemia, i parassiti, benchè rarissimi. La milza ha ordinariamente consistenza, peso e dimensioni pressochè normali (<sup>1</sup>).

La forma attenuata, che, per quanto finora ho veduto, s'inizia sempre come tale, non dà alcun apparente sintomo clinico, se si eccettui che in qualche cane, in determinati periodi variamente distanti l'uno dall'altro, si osservano tremore e disturbi motori del treno posteriore. I corpi di Leishman sia nella milza, come nel midollo osseo e nel fegato, possono essere rarissimi o numerosi. In quest'ultimo caso, almeno fino a quanto oggi mi consta, si tratta di cani di età avanzata, nei quali si ha ingrandimento della milza (21 cm. di lunghezza, 6 cm. di larghezza).

Pur non volendomi addentrare nella sintomatologia clinica del Kala-Azar infantile, io penso che anche in questo morbo debbano distinguersi due forme: la grave e la lieve. Questa mia opinione non è solo appoggiata dalla varia durata della malattia, ma anche dalle seguenti considerazioni, basate, alcune su qualche osservazione che ho potuto fare incidentalmente seguendo il prof. Gabbi nelle sue ricerche, altre sullo studio delle storie cliniche dei vari casi finora pubblicati dal Gabbi stesso e da tanti altri. In alcuni bambini che pel *visus* caratteristico si possono ritenere affetti da Kala-Azar, non sempre la milza deborda eccessivamente dall'arco costale; in altri si ha solamente un lieve ingrandimento della milza e manca ogni altro sintomo esteriore: in questi casi per condizioni speciali la puntura splenica, per lo più, non viene eseguita: e per quanto a me consta, è tradizione del popolo che essi ordinariamente guariscono. Altri bambini che hanno un enorme tumore di milza (la puntura della quale riesce positiva per la Leishmaniosi) non presentano altro, se non un lieve pallore, nei periodi di recrudescenza del morbo.

Nè sono senza importanza le osservazioni del prof. Jemma, fatte nel bambino Di Bella da Palermo e nella bambina Giordano da Monreale. Nel primo, nel succo della milza, molto ingrossata, non furono trovati i corpi di Leishman; ma invece lo stesso succo iniettato per via endovasale in un cane, determinò in questo, circa tre mesi dopo, una Leishmaniosi sperimentale; nella seconda, tutte le manifestazioni cliniche della Leishmaniosi infantile sono scomparsi dopo due anni di cure arsenicali.

Tutte le mie osservazioni adunque, tendono a confermare che la Leishmania del cane appare identica a quella del bambino; e tendono ad ammettere che, se si dimostrerà indiscutibilmente, che i cani affetti da Leishmaniosi spontanea possono essere sorgente di diffusione del Kala-Azar infantile, è

(<sup>1</sup>) Due cagnolini neonati da 15 giorni, iniettati, uno per via endovenosa e l'altro per via sottocutanea di un'emulsione, in soluzione fisiologica sterile, di pezzi di milza e di midollo osseo appartenenti ad un cane con Leishmaniosi spontanea o naturale (Nicolle) dopo qualche ora dall'iniezione rifiutarono il latte, che prima bevettero, presentarono tremori e morirono il primo dopo 46 ore dall'iniezione, il secondo dopo 102 ore. Nella milza trovai per quanto rari, i corpi di Leishman.

alla forma acuta della suddetta infezione canina che noi dobbiamo rivolgere principalmente la nostra attenzione.

Io sono spinto a questa ipotesi, dalla constatazione, che a Roma, ove, per quanto a me consta, esiste la forma lieve della Leishmaniosi del cane non si sono avuti fino ad ora casi di Kala-Azar infantile <sup>(1)</sup>; a Bordonaro, invece, ove le mie ricerche del 1909 mi han dato uno enorme percentuale di cani infetti, e dove gli esperimenti miei di questo anno, dei quali ora mi tratterrò, mi hanno dimostrato indiscutibilmente la forma grave della Leishmaniosi canina (a cui del resto già da tempo avevo pensato per le numerose notizie raccolte) si sono avuti casi di Leishmaniosi infantile.

Colgo qui l'occasione per annunciare a scopo preventivo, che nell'Istituto di Patologia speciale medica dell'Università di Catania, diretto dal prof. Maurizio Ascoli, ho iniziato delle ricerche sull'azione terapeutica del nuovo preparato di Ehrlich, il 606, nelle infezioni da corpi di Leishman.

Il giorno 6 del corr. mese, ho iniettato per via intramuscolare, nella regione glutea, due cani affetti da Leishmaniosi. Della tecnica adoperata e dei risultati ottenuti, darò comunicazione appena fatta l'autopsia dei cani che, si trovano tuttora in laboratorio <sup>(2)</sup>.

I miei studi recenti hanno avuto per scopo la ricerca dell'ospite intermedio della Leishmaniosi del cane <sup>(3)</sup>.

Di alcuni cagnolini nati in laboratorio nell'ottobre 1909, una parte furono, all'età di tre mesi, portati a Bordonaro e furono fatti custodire nelle case ove eravi stato qualche caso di Kala-Azar, mentre altri furono tenuti in laboratorio come controllo. A tutti, poi indistintamente prima d'iniziare l'esperimento, fu eseguita la disarticolazione della gamba, e dal midollo osseo furono allestiti preparati per strisciamento, in cui fu negativa la ricerca dei corpi di Leishmann. I primi, dopo qualche mese, cominciarono a mostrare i sintomi su descritti della forma a decorso acuto della Leishmaniosi, finchè in maggio, giugno e luglio, vennero tutti a morte. Nella milza, nel midollo

(<sup>1</sup>) Suppongo che simili condizioni si debbano ripetere ad Algeri. Credo però che, per quanto eccessivamente rari, e forse anche lievi, casi di Kala-Azar infantile debbano esistere in Roma o nelle vicinanze. Intanto rendo qui noto che a S. Filippo del Mela, ove, nel 1907 l'egregio dott. Cardile ha diagnosticato clinicamente due casi di Kala-Azar infantile, io nell'agosto e settembre u. s., ho trovato due casi di Leishmaniosi canina; così anche qualche caso di quest'infezione del cane ho trovato a Spadafora ove il prof. Gabbi ha accertato casi di Leishmaniosi infantile.

(<sup>2</sup>) Ringrazio fin d'ora il prof. M. Ascoli e il suo aiuto dott. Izar.

(<sup>3</sup>) Ho seguite, per la detta ricerca, il metodo proposto, dal mio maestro prof. Grassi, sin dal 1892 e che, ripetendo una sua stessa frase: « si riassume nella limitazione delle forme sospette per via di comparazione ».

osseo, nel fegato, furono trovati parassiti <sup>(1)</sup>. Gli altri che erano stati tenuti come controllo furono uccisi in Agosto; erano in ottime condizioni e la ricerca dei parassiti, nei vari organi, riuscì negativa.

Fu, a Bordonaro tenuto dietro, metodicamente, agl'insetti che pungevano i sudetti cani e fu sempre rinvenuta su questi la *pulex serraticeps*; mai le zecche, mai le cimici, mai altri insetti succhiatori di sangue.

Numerosi furono i preparati eseguiti per strisciamento dell'intestino delle pulci tolte direttamente dai cani in esperimento; purtroppo con esito negativo. Però, in qualche preparato ottenuto dalle pulci tolte dagli stessi cani nel periodo di agonia ho visto delle forme, quasi sempre isolate, ed una volta in gruppo di tre, morfologicamente identiche ai corpi di Leishman, giacchè avevano un nucleo, un blefaroblasto bastoncinoforme ma il plasma poco o nulla colorito.

Tutto sommato è molto verosimile che la *pulex serraticeps* sia l'ospite intermedio della Leishmaniosi del cane <sup>(2)</sup>. Gli esperimenti definitivi sono in corso e verranno da me comunicati quanto prima. È molto verosimile anche che la *pulex irritans* funga da ospite intermedio sì per il cane, come anche per l'uomo.

Voglio aggiungere che le mie ricerche portate l'anno scorso e questo anno sulle zecche e sulle cimici, quanto alla presenza di corpi di Leishman, mi sono riuscite negative.

D'altronde la zecca non punge che raramente l'uomo e se lo punge dà tali manifestazioni che non possono passare inosservate. Quanto alle cimici, in non pochi casi, già lo studio particolareggiato delle condizioni di vita dei bambini tende a farle escludere dagl'insetti trasmissori del Kala-Azar infantile.

Sta, per ora, il fatto che i clinici han dimostrato l'esistenza del Kala-Azar infantile nei paesi costeggiati dal mare e sempre in famiglie di contadini e braccianti, mai nel ceto elevato <sup>(3)</sup>.

(1) Ciò potrebbe far supporre che l'infezione del cane avvenga nei primi mesi dell'anno, se non che, proprio giorni or sono, capitò sotto la mia osservazione, a Bordonaro, un cagnolino nato nel settembre scorso, che già cominciava a rifiutare qualsiasi cibo e che all'autopsia presentò nella milza corpi Leishman.

(2) La *pulex serraticeps* punge l'uomo. Di ciò me ne son potuto convincere nei miei esperimenti. Vedi Anche Tiraboschi, Arch. de Parasitologie, vol. VIII, pag. 232 e pag. 259. Tidswell: Brit. Med. Jour. 27 Giugno 1903; Ashburton Thomson, Bull. Ist. Pasteur 1904, pag. 277; Uriarte, C. R. Soc. Biol., 1904, 22 Ott.; ecc.

(3) Questa Nota annunciata dal prof. Grassi nella seduta del 6 corr., è stata stampata in questo fascicolo, per essermi io trattenuto a Catania, per gli esperimenti sul "606", di cui sopra è fatto cenno.



## PERSONALE ACCADEMICO

Commemorazione del Socio senatore GIOVANNI VIRGINIO <sup>(1)</sup> SCHIAPARELLI, letta nella seduta del 6 novembre 1910. dal Socio GIOVANNI CELORIA.

« Da quasi otto giorni sono ammalato, e ciò mi ha impedito di rispondere subito alla sua cortese lettera dell'11 corrente. Mi rallegro che la solennità dei Lincei sia andata bene e soprattutto che le future Commissioni dei premi Reali siano definitivamente liberate dall'impaccio che loro derivava dalla divisione o non divisione dei premi. Se le bozze della sua Relazione mi arriveranno entro il giugno, potrò restituirle prima della mia partenza per Sorino, che sarà nei primi giorni del luglio ».

Così mi scriveva di pugno suo lo SCHIAPARELLI il giorno 18 dello scorso giugno, nè io supposi pur un istante che quella sarebbe stata l'ultima lettera che da Lui ricevevo, nè altri il quale avesse con Lui domestichezza lo suppose. Di singolare attività e freschezza di mente aveva egli date prove recenti e non dubbie: con l'usata diligenza e intensità di lavoro erasi occupato dell'ultimo concorso al premio Reale dei Lincei per l'Astronomia; fatto aveva, per compiacere a preghiere venutegli d'oltre alpe, ricerche esaurienti su gli strumenti ottici ed astronomici fabbricati in Italia; ancora nel maggio aveva dettato una dotta biografia di Ignazio Porro; con inappuntabile precisione aveva atteso alla sua vasta corrispondenza. Aveva, dicevasi, lavorato più di quanto le condizioni dell'organismo suo oramai permettessero, e a ciò si attribuiva il malessere sopraggiunto: d'altra parte non era obbligato a letto; ogni anno nel giugno, o fosse stanchezza o effetto dell'alta temperatura, la salute sua vacillava, ed ogni anno il calmo soggiorno di alcuni mesi nella sua villa di Sorino ridonava a Lui e forza e benessere. Perchè lo imminente riposo non avrebbe nel 1910 prodotti i soliti effetti benefici?

Pur troppo tutti ci illudemmo. La mattina di mercoledì 22 giugno alle ore 9 una trombosi cerebrale improvvisa sopraggiunse, che l'inchiodò a letto, ne paralizzò gli arti a destra, e, doloroso a dirsi, la lingua. In un istante perdettero egli quasi completamente l'uso della parola, nè più lo riprese. Seguirono giorni di angoscia: riusciva crudele il doversi persuadere che muto avesse a rimanere quel labbro che tante cose aveva magistralmente dette e

(1) Durante parecchi anni si firmò Giovanni Virginio Schiaparelli; in seguito omise il nome di Virginio.

insegnate. Medici insigni sperarono un momento di riuscire a vincere la forza del male, ma, malgrado le cure più sapienti e affettuose, il giorno 4 di luglio, alle ore 10,35 il cuor suo cessava di battere, il suo forte intelletto si spegneva. Scompareva quel giorno dalla Terra un grande solitario, pensatore e indagatore del vero: scendeva nel sepolcro col suo immenso tesoro di cognizioni un uomo, che nel mondo intellettuale contemporaneo teneva un posto altissimo. E quale esso posto fosse lo dimostrò l'annuncio della sua morte inaspettata.

Fu ovunque un plauso incondizionato alle opere sue eccelse; fu un compianto sincero e universale; ad una voce si disse che un fulgido astro di scienza erasi spento. Le specole tutte italiane, gran parte delle straniere, accademie e istituti scientifici inviarono a gara le condoglianze loro. Sua Maestà il Re nostro, i Presidenti dei due rami del Parlamento, il Presidente del Consiglio dei Ministri, il Ministro dell'Istruzione Pubblica, vollero prendere parte a un lutto che chiamarono, ed era, nazionale. Il Senato del Regno, la Camera dei Deputati fecero di lui alte e degne commemorazioni. Il Municipio di Milano volle che a spese del Comune fossero fatti funerali solenni, per quanto permetteva l'estrema volontà espressa dal defunto, e, più che espressa, scolpita nelle poche parole: non fiori, non musiche, non discorsi, non pompe ufficiali; il mio funerale sia il più modesto possibile. Il Consiglio comunale di Savigliano, sua città nativa, in seduta pubblica straordinaria deliberava:

di nominare un Comitato per l'erezione di un ricordo in Savigliano in memoria dell'illustre concittadino;

di iniziare una sottoscrizione pubblica a lo scopo di raccogliere i fondi necessari, fissando quale primo fondo la somma di L. 2000;

di apporre una lapide sulla facciata della casa dove nacque;

di intitolare al nome glorioso dello Shiaparelli il nuovo corso di accesso dalla stazione ferroviaria al Borgo S. Giovanni.

Onoranze straordinarie, delle quali era ben degno l'uomo che, vivente, per effetto dei soli suoi meriti, aveva visto schiudersi avanti a Lui le porte delle più celebri accademie scientifiche; che quattro medaglie d'oro aveva ottenuto per le scoperte sue astronomiche; che era insignito dei più alti ordini cavallereschi nazionali e stranieri; l'uomo in omaggio al quale, fatto piuttosto unico che raro, Parlamento e Governo nazionale vollero che L. 250.000 fossero spese nell'acquisto di un potente cannocchiale destinato a meglio armare l'occhio suo miope, ma acutissimo scrutatore dei cieli. Meravigliosa esplosione di sentimenti, che circondò di un'aureola splendida e meritata la tomba di un uomo la cui vita fin dai primi anni eccitò stima e ammirazione, e che via via, per la robusta genialità di sua mente, salì a fama ognora più vasta, fino a diventare uno degli scienziati più noti nel mondo.

\* \* \*

Da uno schizzo autobiografico <sup>(1)</sup> traggo che lo Schiaparelli nacque da parenti biellesi in Savigliano addì 14 marzo del 1835. Compiuti gli studi elementari in casa sotto la guida del padre, entrò nel novembre del 1841 nel Ginnasio-Liceo di Savigliano, dove compì l'intero corso degli studi secondari per nove anni, fino al luglio del 1850. Nel novembre consecutivo fu ammesso al corso di matematiche nella R. Università di Torino, e in questa città ebbe occasione di profittare dell'insegnamento di professori valenti, fra i quali Giovanni Plana, Carlo Giulio, Ascanio Sobrero, Quintino Sella, Lorenzo Billotti.

Nelle scuole di Savigliano cominciò egli ad affermare l'ingegno suo robusto, versatile e precoce. Fortuna volle che ivi si incontrasse col teologo Paolo Dovo, del quale egli stesso scrisse più tardi che fu uomo di carattere aureo, grande amatore di cose astronomiche, la cui memoria non si cancellerà mai dalla mente di coloro che lo conobbero <sup>(2)</sup>. Il Dovo, dal campanile della sua chiesa di S. Maria della Pieve, mostrava a lui, giovinetto, le costellazioni e le maggiori stelle, lo iniziava ai misteri suggestivi del cielo, e forse gettava il germe primo di quella nobile e prepotente passione per l'Astronomia, che nello Schiaparelli doveva spegnersi solo colla vita.

Nell'Università di Torino diede egli alto concetto di sè a professori e condiscepoli, riuscendo di gran lunga primo fra questi e nel disegno, e nel calcolo, e nello studio delle matematiche pure e in quello delle applicate. Laureato con plauso ingegnere idraulico e architetto civile nell'agosto del 1854, sdegnò egli, nella iniziata lotta della vita, senza esitare, ogni considerazione di tornaconto. A vincere le difficoltà dell'esistenza si dedicò a Torino all'insegnamento privato delle matematiche, e ciò per potere attendere contemporaneamente allo studio delle lingue moderne e soprattutto dell'Astronomia, dei suoi progressi nella quale egli già nel 1855 diede un primo saggio, delineando, sull'abside della chiesa di S. Maria della Pieve in Savigliano, una meridiana che ancora si conserva, omaggio suo riconoscente al Dovo che in astronomia aveva guidato i primi suoi passi.

Nel novembre del 1856 fu nominato docente di matematiche elementari nel Ginnasio di Porta Nuova in Torino, ma tenne questa carica per soli due mesi. La sua volontà incrollabile di autodidatta, lo studio tenace della Astronomia durante i due anni seguiti al giorno di sua laurea, i saggi promettenti dati di un tale studio, finirono per vincere ostacoli che parevano insuperabili. Raccomandato da Q. Sella e da L. Menabrea, riuscì egli a ottenere finalmente dal Governo Sardo un sussidio per compiere i suoi studi astronomici all'estero.

<sup>(1)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera. Marzo, 1896.

<sup>(2)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera. Marzo, 1890.

Si disse di lui che fu astronomo perchè volle esserlo; ed è vero. Volle e divenne, poichè egli ebbe certo un ingegno eccezionale, al quale molto dovette: ma alla sua grandezza non contribuirono meno la sua virtù, la tenacità, la fermezza dei propositi, la fede, la nobiltà delle aspirazioni.

Nel febbraio del 1857 si recò a Berlino dove, sotto la direzione del celebre astronomo Encke, poté consacrarsi al suo studio prediletto, a cui attese colà per due anni e mezzo, non così esclusivamente però che non profittasse anche degli insegnamenti di altri illustri professori matematici, fisici e filosofi: di Michelet, ad esempio, per la filosofia hegeliana, di Carlo Ritter e di Enrico Kiepert per la geografia antica e moderna, di Dove per la meteorologia, di Poggendorf per la storia della fisica, di A. Erman per il magnetismo terrestre.

Degli anni passati in Germania egli tenne un diario diffuso, dal quale già tutta appare la complessità della sua mente, la versatilità, la vigoria dell'ingegno che non voleva limiti di attività e di studi, attratto del pari e dai misteri della natura, e dalle più intricate questioni storiche e filologiche, e dal fascino dell'arte.

Desideroso di fare pratica astronomica in un grande osservatorio, ottenne nell'aprile del 1859 di essere ammesso all'Osservatorio di Pulkova. Vi si recò nel giugno successivo, ed ivi, sotto la direzione di Otto Struve e di F. A. T. Winnecke, passò un anno osservando e calcolando, finchè, nominato secondo astronomo nell'Osservatorio di Brera in Milano, dove era allora direttore Francesco Carlini, tornò in patria nel luglio 1860.

Morto Carlini, già grave d'anni, il 29 agosto del 1862, lo Schiaparelli fu con decreto del settembre consecutivo nominato direttore dell'Osservatorio di Brera, posto che fra il plauso generale occupò fino al novembre del 1900, e che volle, malgrado le opposizioni e le insistenti preghiere fattegli, abbandonare un po' per ragioni di salute, molto per darsi tutto, cred'io, alle intime gioie intellettuali del lavoratore libero e solitario.

A Milano e alla specola di Brera, con rare e mai prolungate assenze, a partire dal 1860 fino a tutto il 1900, a Milano dopo il 1900, conservando fino all'estremo intatta la vigoria della mente, passò egli la vita sua; vita ispirata a virtù, a religione del dovere, vita di studio, di pensiero e di lavoro, feconda di scoperte memorabili.

Nel R. Istituto tecnico superiore di Milano, durante i quattro anni scolastici 1863-64 == 1867-68 insegnò dottamente Geodesia teoretica, e per gli altri quattro anni dal 1871-72 al 1874-75 tenne un corso libero e gratuito di Astronomia sferica. A Pavia, nell'anno 1875-76, fece un doppio corso di Astronomia descrittiva e di Meccanica celeste, ma dalla cattedra non sentivasi attratto e se ne ritrasse. Egli preferiva l'insegnamento socratico, e questo esercitò efficacemente con la sua corrispondenza scientifica soprattutto,



tanto che da più parti, coll'andare degli anni, da astronomi pratici e da astronomi teorici sentì chiamarsi col nome onorato di Maestro.

\* \* \*

Nel 1860 lo Schiaparelli arrivava modesto a Milano, preceduto dalla fama di studioso appassionato e instancabile, ma all'Osservatorio di Brera non trovò accoglienze granchè liete. Non era tempra da disanimarsi, chè anzi, postosi all'opera, rivelò tosto la dottrina e l'ingegno suo, brillantemente si affermò e si impose.

Nell'anno stesso pubblicava un suo discorso sulla direzione iniziale della coda delle comete <sup>(1)</sup>.

Nel 1861 scopriva il piccolo pianeta Esperia, ne seguiva il corso e ne determinava l'orbita.

Nel 1862 otteneva dal Governo i mezzi necessari ad acquistare per lo Osservatorio di Brera un refrattore equatoriale di otto pollici di apertura.

Nel 1863 scriveva una Memoria sopra la distanza delle stelle fisse dei varî ordini di splendore <sup>(2)</sup>.

Nel 1864 assisteva in Berlino, quale altro dei delegati del Governo italiano, alla prima Conferenza generale geodetica per la misura dei gradi nell'Europa media; vi esponeva il progetto delle osservazioni astronomiche da eseguirsi nel Regno, e veniva nominato membro per l'Italia della Commissione permanente geodetica internazionale.

Nel 1865 con Carlo Matteucci e Giovanni Cantoni lavorava intorno al programma di un libro sul clima d'Italia, che ancora si attende; pubblicava alcuni suoi studi intorno alle opinioni e ricerche degli antichi sulle distanze e sulle grandezze dei corpi celesti e intorno alle loro idee sulla estensione dell'universo visibile <sup>(3)</sup>; stampava e diffondeva chiare notizie sui lavori geodetici in generale e su quelli del grado europeo in particolare <sup>(4)</sup>; prendeva in Torino parte alla prima riunione della Commissione geodetica italiana, della quale fu uno dei fondatori e in seguito membro autorevolissimo, decoro e lustro; scriveva infine due Note preziose sulla compensazione delle reti trigonometriche di grande estensione <sup>(5)</sup>.

Nel 1866 pubblicava una sua Memoria ricca di idee originali sul modo di ricavare la vera espressione delle leggi della natura dalle curve empiriche <sup>(6)</sup>; portato dall'osservazione delle cadenti di agosto a meditare sul

<sup>(1)</sup> Effemeridi astronomiche di Milano per il 1861.

<sup>(2)</sup> Effemeridi astronomiche di Milano per il 1865.

<sup>(3)</sup> Memorie del R. Istituto lombardo di scienze e lettere. Serie III, vol. 10, 1865.

<sup>(4)</sup> Rivista italiana di scienze, lettere ed arti, colle effemeridi della pubblica istruzione, stampata in Torino, anno III.

<sup>(5)</sup> Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, vol. II (1865) e III (1866).

<sup>(6)</sup> Effemeridi astronomiche di Milano per il 1867.

corso e sull'origine probabile delle stelle meteoriche, scriveva al P. Secchi, sul difficile e controverso argomento, cinque lettere celebri divenute storiche <sup>(1)</sup>, nelle quali per la prima volta veniva dimostrato che un'intima e innegabile relazione esiste fra le stelle cadenti e le comete: che quelle sono il risultato della disgregazione e dissoluzione di queste.

Nel 1867 pubblicava una sua ricerca sull'influsso che la presenza e i movimenti dell'atmosfera possono avere sul fenomeno delle stelle cadenti <sup>(2)</sup>, e la classica, premiata Memoria: *Note e riflessioni sulla teoria astronomica delle stelle cadenti* <sup>(3)</sup>.

Crescendo meraviglioso di attività, di pubblicazioni, di ricerche, di successi! Non erano ancora trascorsi sette anni, e il giovane studioso, reduce da Pulkova, già aveva preso posto fra i più benemeriti e dotti scienziati di Italia. Egli era poco più che trentenne, e le sue ricerche e le magistrali speculazioni sue già l'avevano messo fra gli astronomi più notevoli del tempo. A mirabili altezze erasi oramai spinto: su vetta dominante poggiava il piede, per non ritrarnelo più mai.

Verità storica vuole che io qui, mio malgrado, richiami un fatto poco noto. Lo richiamo perchè esso vale a porre in piena luce lo scienziato e a un tempo l'uomo, il quale fu modestissimo sì, in quanto ignorava che cosa fosse orgoglio e amava modestamente vivere, ma ebbe ognora coscienza intera e sicura così della propria forza come del valore delle opere sue.

Le lettere al P. Secchi, tosto diffuse all'estero, specialmente in Francia per opera dell'abate Moigno, avevano tosto ottenuto l'adesione di non pochi scienziati, quando l'illustre U. Le Verrier nella seduta del 21 gennaio 1867 chiamava l'attenzione dell'Istituto di Francia sulle meteore del 12 al 13 novembre, e su alcune idee sue intorno ad esse. Riteneva egli che lo sciame meteorico del novembre fosse in origine una nebulosa di natura analoga a quella delle comete, che il pianeta Urano verso l'anno 126 dell'era nostra captato l'avesse, deviato dal cammin suo e obbligato a percorrere l'orbita nella quale esso sciame si muove. Alle lettere del giovane astronomo italiano non accennava pure, ma egli non aveva a fare con un timido o con cattivo intenditore.

Lo Schiaparelli il 12 marzo del 1867 indirizzava una lettera sobria, spassionata, precisa all'illustre C. E. Delaunay, e questi la presentava all'Istituto di Francia, del quale era vice-presidente, nella seduta del giorno 18 successivo <sup>(4)</sup>. Ne riproduco il seguente brano caratteristico: « troisième

<sup>(2)</sup> Bollettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano, vol. V (1866) e VI (1867).

<sup>(3)</sup> Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, vol. IV, 1867.

<sup>(4)</sup> Memorie della Società detta dei XL. Serie III, tomo I, parte I, 1867.

<sup>(\*)</sup> Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. Tome Soixantequatrième, 1867, p. 598.

lettre au P. Secchi, écrite vers le commencement de novembre, publiée dans le *Bollettino* (susdit) le 30 novembre, reproduite partiellement par *Les Mondes* en janvier 1867. J'y examine l'effet que sur la formation des courants paraboliques exerce l'attraction mutuelle des corpuscules, effet qui pour les essaims connus peut être regardé comme absolument nul. Ensuite, je montre la formation des courants annulaires, et en particulier de celui de novembre, par la perturbation qu'une planète aurait exercée sur l'essaim avant que celui-ci se soit transformé en courant. C'est exactement l'hypothèse publiée un mois et demi plus tard par M. Le Verrier. Mais celui-ci y a ajouté quelques développements relatifs à une action présumée d'Uranus sur l'essaim de novembre, dont l'honneur et la responsabilité sont entièrement à lui ».

Non replicava il Le Verrier, e l'Accademia delle scienze dell'Istituto di Francia, nella seduta del 18 maggio 1868, conferiva allo Schiaparelli il premio Lalande, appunto per i suoi lavori sulle stelle cadenti « qui ont ouvert une voie toute nouvelle, qui doit conduire les astronomes aux conséquences les plus importantes relativement à la constitution de l'Univers ».

Nessuno pensò più a contrastare allo Schiaparelli l'onore della teoria astronomica delle stelle cadenti, ed egli continuò intorno ad essa le meditazioni sue, dettando sulla velocità delle meteore cosmiche nel loro movimento attraverso dell'atmosfera terrestre <sup>(1)</sup>, sulla forma delle radiazioni meteoriche <sup>(2)</sup>, sulle relazioni fra le comete, le stelle cadenti e i meteoriti <sup>(3)</sup>. Note preziose, e tutto riassumendo alla perfine quanto era venuto scrivendo nel suo libro *Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnappen*, che egli vergò in italiano e nel 1871 stampò, tradotto da G. von Boguslawski. in lingua tedesca.

Nè mai in seguito egli perdetto di vista e le meteore, e le comete, e le correnti meteoriche. Stampò cataloghi diversi di stelle cadenti e delle radiazioni loro <sup>(4)</sup>, scrisse sulla grande pioggia meteorica del 27 novembre 1872 <sup>(5)</sup>, sulle grandi piogge meteoriche in generale e sulla loro relazione colle comete <sup>(6)</sup>. Osservò quante comete e grandi e telescopiche apparvero fino al 1894 sull'orizzonte di Milano; ritornò sull'argomento della direzione iniziale della coda delle comete <sup>(7)</sup>; scrisse intorno a nuovi fatti e nuove teorie sulle ripulsioni nelle comete <sup>(8)</sup>; ancora nel 1908 <sup>(9)</sup> trattò delle or-

<sup>(1)</sup> Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, serie II, vol. I, 1868.

<sup>(2)</sup> Rendiconti, come sopra, serie II, vol. III, 1870.

<sup>(3)</sup> Memorie del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, serie III, vol. XII, 1871.

<sup>(4)</sup> Effemeridi astronomiche di Milano per il 1868, 1870, 1871. — Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. VII.

<sup>(5)</sup> Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, serie II, vol. V, 1872.

<sup>(6)</sup> Rendiconti, come sopra, serie II, vol. V, 1872, e VI, 1873.

<sup>(7)</sup> Effemeridi astronomiche di Milano per il 1872.

<sup>(8)</sup> Memorie degli Spettroscopisti, vol. III.

<sup>(9)</sup> Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali. Pavia, anno IX, 1908, n. 108.

bite cometarie, delle correnti cosmiche, dei meteoriti in un articolo dotto, vigoroso, suggestivo, nel quale, a grandi tratti e con forte sintesi, riassume quanto sulle correnti stellari si è, dopo i lavori suoi sulle correnti meteoriche, scoperto e pubblicato. Profetico fu l'Istituto di Francia quando scrisse che le speculazioni dello Schiaparelli avrebbero aperto nuove vie alle ricerche degli astronomi sulla costituzione dell'Universo.

\* \* \*

Mente vasta aveva lo Schiaparelli, nè un argomento, per quanto alto e complesso, bastava ad assorbirla. Ancora durava l'eco della sua prima scoperta geniale, ed egli d'un tratto mostrava di sapersi muovere con sicurezza di sovrano in un campo diversissimo, quasi non sospettato. Forse era dimenticata la sua Memoria del 1865 sulle idee degli antichi intorno alle distanze e alle grandezze dei corpi celesti e intorno all'estensione dell'Universo, quando, a toglierla dall'oblio, egli pubblicava nel 1873 e nel 1875 due Memorie classiche: *I precursori di Copernico nell'antichità* <sup>(1)</sup>; e *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele* <sup>(2)</sup>.

Narrava nella prima di esse per quali difficili e recondite vie, negli aurei secoli dell'antica coltura greca, l'ingegno umano tentò di avvicinarsi alle cognizioni del vero sistema del mondo, e per quali ostacoli la potenza speculativa degli Elleni, dopo aver raggiunto il concetto fondamentale di Copernico, non ha potuto tramandare ai nipoti, invece d'un monumento durevole, altro che una debole eco di sì ardito pensiero. Spiegava nella seconda Memoria la teoria delle sfere omocentriche dell'antico astronomo Eudosso, che non era stata mai da alcuno completamente intesa.

Nessuno prima di lui era così profondamente penetrato nell'astronomia dei greci, nè aveva con più perfetta intuizione ricostruiti i sistemi del mondo escogitati da quei primi e fortissimi pensatori. Egli è che in lui v'era qualche cosa della genialità greca. Matematico egli era, ma più che all'analisi portato alla sintesi: aveva mente più di geometra che di analista: alla geometria appartiene infatti un suo studio giovanile sulla trasformazione geometrica delle figure e in particolare sulla trasformazione iperbolica <sup>(3)</sup>: geometrici erano i procedimenti coi quali preferiva trattare i più ardui problemi astronomici: tutto egli cercava di ridurre a semplicità e ad evidenza geometrica.

Era nelle sue ricerche storiche efficacemente sorretto dalla sua rara e, per un astronomo, eccezionalissima conoscenza delle lingue antiche classiche e orientali, e queste lo aiutarono a scrivere nel 1892 sui parapegmi o calen-

<sup>(1)</sup> Memorie del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, serie III, vol. XII, 1873. — Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. III.

<sup>(2)</sup> Memorie, come sopra, serie III, vol. XIII, 1874. — Pubblicazioni, come sopra n. IX.

<sup>(3)</sup> Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, tomo XXI, 1862



dari astro-meteorologici degli antichi <sup>(1)</sup>, nel 1898 di nuovo sull'origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci <sup>(2)</sup>, e dopo il 1900 sui primordi e sui progressi dell'Astronomia presso i Babilonesi <sup>(3)</sup>, nonchè sull'Astronomia nell'antico Testamento, opera questa di polso che fu dapprima tradotta in lingua tedesca, poi ampliata, tradotta in inglese e che da dotti competenti fu ammirata <sup>(4)</sup>.

Aveva per l'Astronomia antica un vero culto, e questo, in seguito a lettere scambiate col fratello professor Celestino, lo portò ad aiutare efficacemente il professor C. Nallino nei suoi studi su Albatenio, a stampare nelle pubblicazioni dell'Osservatorio di Brera l'opera dal Nallino scritta sull'astronomo arabo, e a scrivere sull'astronomia di Albatenio dotti commenti in essa opera inseriti <sup>(5)</sup>.

\* \* \*

Mente di erudito aveva senza dubbio lo Schiaparelli, ma insieme, fatto raro, una inquieta tendenza al nuovo, uno spirito di ricerca che mai si quietava. Nei mesi di settembre e di ottobre del 1877 intraprendeva i primi suoi studi sul pianeta Marte, ed essi dovevano mostrare sotto luce nuova le risorse molteplici del suo ingegno, e dare a lui, per la novità loro e per l'indole accessibile in parte anche ai profani, una popolarità e una estensione di fama, che pochi scienziati prima di lui ebbero.

Il 5 maggio del 1878 egli presentava, in questa stessa aula, ai Lincei la sua prima Carta del pianeta Marte e la Memoria che l'accompagnava <sup>(6)</sup>. Ottenne qui ai Lincei, alla Reggia e in tutta Roma intellettuale un successo maggiore dell'aspettazione, e il successo andò via via allargandosi. Tutto in quella Memoria e in quella Mappa areografica colpiva: il metodo perfetto dell'osservazione, la precisione delle misure pazienti, il disegno delineato con mano e intelletto di artista, la padronanza della letteratura classica antica, i nomi per la prima volta adottati e tratti dalla geografia primitiva orientale, uno strano e complicato sistema di canali, meglio di linee oscure, che avvolgeva tutto il pianeta.

Eccitò, è vero, questo primo lavoro su Marte dubbi e critiche, ma egli, che aveva abito e coscienza di osservatore, mostrò di quasi non avvedersene, e tranquillo continuò le sue osservazioni per anni e anni, poichè ammetteva

(<sup>1</sup>) Annuario meteorologico italiano. Torino, anno VII, 1892.

(<sup>2</sup>) Memorie del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, vol. XVIII, nono della serie III, 1898.

(<sup>3</sup>) « Scientia » Rivista di Scienza. Bologna, vol. III e IV, 1908.

(<sup>4</sup>) Manuali Hoepli, serie scientifica, n. 332, 1903. — Die Astronomie im Alten Testament, Giessen, 1904. — Astronomy in the Old Testament. Oxford, 1905.

(<sup>5</sup>) Pubblicazioni del R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. N. XL, in tre parti: 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>.

(<sup>6</sup>) Reale Accademia dei Lincei. Memoria prima, 1878. Serie III, Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. II.

e lodava e voleva il dubbio nelle ricerche scientifiche, non lo capiva su fatti veduti, riveduti e fedelmente riprodotti. Non passò in seguito opposizione di Marte che egli non osservasse, e la quale qui fra i Lincei non illustrasse con Memoria speciale, sicchè a sette salirono le Memorie su Marte da lui presentate <sup>(1)</sup> sotto titoli, che, con poche varianti, si possono ridurre a quello generale di osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia del pianeta Marte.

Era destino che l'occhio suo veramente linceo avesse in Marte a vedere cose sempre più meravigliose, e ad altri armati di mezzi più potenti sfuggite. Nel 1882 scoprì il fenomeno che, con parola geniale, chiamò la geminazione dei canali di Marte, e che sollevò disquisizioni interminabili. « Voi avete ragione », scriveva egli <sup>(2)</sup>, « vi hanno molte questioni più importanti che quella dei canali doppi di Marte, ma è difficile trovarne una più straordinaria, e della quale il segreto sia più lontano dalla nostra esperienza di ogni giorno e tuttavia più profondo ».

E questo è veramente rimarchevole e caratteristico dell'uomo, che più egli progrediva nelle sue osservazioni dei fenomeni di Marte, e più oscura diveniva per lui la spiegazione loro. « È meraviglioso », sono sue parole. « il cammino che si può fare riflettendo dieci anni di seguito sopra un argomento determinato. Sventuratamente nel mio caso il cammino fu a ritroso, nel verso negativo piuttosto che in quello positivo. Pensai un giorno di avere risolto questioni sulle quali oggi non posso pure arrischiarmi a presentare una congettura qualunque <sup>(3)</sup>. I fenomeni sono così complicati e bizzarri e mutevoli che rendono difficile, e per il momento impossibile, un tentativo di spiegazione razionale. Sulla Terra nulla abbiamo di simile: anche quella che potrebbe chiamarsi la parte meteorologica di questi fenomeni non potrebbe essere paragonata alla nostra meteorologia terrestre <sup>(4)</sup>. Nello stato attuale delle nostre cognizioni, o meglio della nostra ignoranza sulla natura fisica di Marte, le espressioni mare e continente non sono che mezzi di indicare in un modo chiaro, corretto e breve gli spazii oscuri e gli spazii chiari della superficie del pianeta; una linea oscura, in questo sistema di denominazione, si dovrà chiamare uno stretto o un canale, ma, impiegando queste parole, bisognerà ricordar sempre che si tratta di parole semplicemente convenzionali » <sup>(5)</sup>.

(<sup>1</sup>) Reale Accademia dei Lincei. Memoria seconda, 1881, serie III, vol. X; Memoria terza, 1886, serie IV, vol. III; Memoria quarta, 1896, serie V, vol. II; Memoria quinta, 1897, serie V, vol. II; Memoria sesta, 1899, serie V, vol. III; Memoria settima, 1910, serie V, vol. VIII.

(<sup>2</sup>) Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 5 ottobre 1888.

(<sup>3</sup>) Archivio, come sopra, bozza di lettera del 17 giugno 1888.

(<sup>4</sup>) Archivio, come sopra, bozza di lettera dello stesso giorno 17 giugno 1888.

(<sup>5</sup>) Archivio, come sopra, bozza di lettera del 2 ottobre 1888.

Fedele a queste convinzioni sue, lo Schiaparelli, pur seguitando fidente e tenace le osservazioni di Marte, si chiuse da ultimo rispetto alle mille ipotesi possibili sovr'esso, e tutte aventi un lato vulnerabile, in un severo riserbo. « Noi non siamo ancora arrivati a decifrare la prima parola; altro che l'ultima! »: così rispondeva a chi quell'ultima parola su Marte a lui chiedeva. Ma se non l'ultima parola, un'ultima parola disse egli magistralmente nella sua Memoria settima pubblicata appunto quest'anno: « Ciò che ora più di tutto abbisogna è l'osservazione diligente, accompagnata da misure, di tutte le più minute e in apparenza insignificanti particolarità dei fenomeni di Marte: è la loro descrizione esatta fatta con animo libero da ogni preoccupazione teorica ». Sia questo un monito a quanti Marte osservano, e a quanti, senza averlo mai visto, pretendono di penetrarne gli arcani.

\*  
\* \*

Meno suggestive per il gran pubblico sono le osservazioni stampate dallo Schiaparelli sopra il pianeta Saturno, negli anni 1863, 1882, 1883, 1889 <sup>(1)</sup>: sopra il pianeta Urano negli anni 1883, 1884 <sup>(2)</sup>.

Negli anni 1882 e seguenti, intraprese lo studio del pianeta Mercurio, traendone l'inaspettata conclusione che per esso pianeta sono uguali i periodi della rotazione e della rivoluzione, così come per la Luna. Pubblicò questo risultato nel 1889 <sup>(3)</sup>; e l'anno seguente, discutendo le osservazioni anteriori e combinandole con le proprie, dimostrò che anche per il pianeta Venere ha luogo il fatto stesso <sup>(4)</sup>: risultato che confermò più tardi nel 1895 con nuove osservazioni <sup>(5)</sup>. Si trattava di risultati contrarii ad idee universalmente fino a lui accettate dagli astronomi; ma egli, osservatore e indagatore convinto, non esitò a renderli di pubblica ragione, dando nelle pubblicazioni relative prova di essere critico acuto delle osservazioni e delle indagini altrui, ma a un tempo critico severo e imparziale delle opere proprie. Sulla rotazione di Mercurio la più gran parte degli osservatori è oramai d'accordo con lo Schiaparelli; meno generale è il consenso delle menti sulla rotazione di Venere; preoccupazioni specialmente teoriche trattengono ancora non pochi astronomi dall'accettare per le rotazioni di Mercurio e di Venere i risultati che Schiaparelli dedusse dalle proprie osservazioni.

<sup>(1)</sup> Atti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, vol. III, 1863; *Astronomische Nachrichten*, nn. 2430, 2521, 2887.

<sup>(2)</sup> Rendiconti del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, serie II, vol. XVI, 1883, e vol. XVII, 1884; *Astronomische Nachrichten* nn. 2526, 2608.

<sup>(3)</sup> Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti, serie IV, vol. V, 1889.

<sup>(4)</sup> Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, serie II, vol. 23, 1890.

<sup>(5)</sup> Rendiconti, come sopra, serie II, vol. 28, 1895.

\*  
\* \*

Mirabili scoperte, ricerche geniali fece lo Schiaparelli nel sistema del Sole; ma esse non bastarono a distrarlo mai dallo studio del mondo stellare infinitamente più vasto e attraente, al quale per quaranta anni dedicò l'attività sua instancabile, e il quale sarà il campo glorioso dell'Astronomia avvenire.

Appena entrato nella Specola di Brera intraprese egli al Circolo Meridiano alcune osservazioni di stelle fisse che, proseguite, furono dopo parecchi anni raccolte in un Catalogo stellare <sup>(1)</sup>. Sopra le distanze delle stelle fisse dei vari ordini di splendore, pubblicò nel 1865 una geniale ricerca già ricordata. Altra pubblicazione non meno geniale stampò nel 1889 sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo <sup>(2)</sup>.

Nel 1875, Schiaparelli cominciò le sue osservazioni di stelle doppie, che in seguito, finchè rimase a Brera, mai interruppe. Sono undicimila le misure micrometriche da lui fatte successivamente agli strumenti equatoriali di otto e di diciotto pollici della Specola di Milano. Formano esse oggetto di due pubblicazioni importantissime <sup>(3)</sup>, nelle quali lo Schiaparelli si mostrò continuatore degno dei primi e rinomati scopritori e osservatori di stelle multiple, Guglielmo Herschel e Guglielmo Struve.

\*  
\* \*

Sarebbe troppo lungo, e forse inopportuno, ricordare qui altre pubblicazioni pure importanti, ma che possono dirsi le opere minori dello Schiaparelli, ad alcuna delle quali già accennai e accennerò. La più gran parte di esse riguardano, oltrechè l'astronomia, il movimento dei poli della rotazione terrestre, la geodesia e la geofisica, la matematica, la meteorologia, l'ottica, il magnetismo terrestre. Altre furono scritte con l'intento nobilissimo di meglio diffondere precise cognizioni astronomiche e scientifiche, poichè egli, sommo nella scienza, non sdegnava farsene qualche volta volgarizzatore.

Nel 1900, compiendosi i quaranta anni della luminosa carriera astronomica dello Schiaparelli, gli astronomi di tutta Italia pubblicarono <sup>(4)</sup>, quale *omaggio*, che egli molto gradì, una cronistoria minuta della sua vita scientifica, e una diligente bibliografia completa dei suoi scritti fino a tutto il 30 giugno 1900. Sia a me lecito di qui completare l'elenco di detti scritti, portandolo fino alla data della morte, e continuando l'enumerazione del ricordato *omaggio*.

<sup>(1)</sup> Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. LXI.

<sup>(2)</sup> Pubblicazioni, come sopra, n. XXXIV.

<sup>(3)</sup> Pubblicazioni, come sopra, nn. XXXIII, XLVI.

<sup>(4)</sup> All'astronomo G. V. Schiaparelli - *Omaggio* - 30 giugno 1860-30 giugno 1900. Stab. Menotti, Bassani e C., Milano.



237. « Posizioni medie per 1870, 0 di 1119 stelle determinate con osservazioni fatte da G. Schiaparelli e G. Celoria ». Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. xli, 1901, pag. xxxviii-120; con una tavola, in-8° grande.

238. « Albatenius », nella Rivista Das Weltall di F. S. Archenhold, 1904, pag. 6, in-8° grande. È una recensione dell'opera di C. Nallino, *Al-Battani sive Albatenii Opus Astronomicum*.

239. « Venus-beobachtungen und Berechnungen der Babylonier, nella » Rivista Das Weltall, 1906, pag. 18, in-8° grande. Pubblicato anche a parte come n. 16 dei Vorträge und Abhandlungen herausgegeben von der Zeitschrift Das Weltall.

240. « L'Astronomia nell'Antico Testamento », Milano, U. Hoepli, 1903, pag. viii-196, in-16°, n. 332 dei Manuali Hoepli, serie scientifica.

241. « Interpretazione astronomica di due passi nel Libro di Giobbe », 1903, pag. 24, in-8°. Estratto dalla Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali, Pavia, vol. IV, n. 37.

242. « Die Astronomie im Alten Testament », übersetzt von dr. Willy Lüdtke. Giessen, A. Töpelmann, 1904, pag. viii-136, in-8°.

243. « Astronomy in the Old Testament », authorized English Translation, with many corrections and additions by the Author. Oxford, at the Clarendon Press, 1905, pag. viii-180, in-12°.

244. « Die Opposition des Mars nach babylonischen Beobachtungen », nella Rivista Das Weltall, 1908, pag. 8, in-8° grande.

245. « A proposito di un nuovo trattato di Cronologia astronomica », nella Rivista di Astronomia, Torino, anno I, 1907, n. 4, pag. 10, in-8°.

246. « Come si possa giustificare l'uso della media aritmetica nel calcolo dei risultati di osservazione », nei Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, 1907, pag. 14, in-8°.

247. Recensione di Burnham's General Catalogue of doubles Stars, nella Rivista di Astronomia, Torino, 1908, pag. 8, in-8°.

248. Recensione di due lavori di Dunér e di Halm sulla rotazione del Sole, nella Rivista di Astronomia, Torino, 1908, pag. 10, in-8°.

249. Recensione di Dreyer's History of the Planetary System, nella Rivista di Astronomia, Torino, 1908, pag. 8, in-8°.

250. Recensione di Repsold Joh. A., Zur Geschichte der Astronomischen Messwerkzeuge, 1450 bis 1830, nella Rivista di Astronomia, Torino, 1908, pag. 8, in-8°.

251. « Orbite cometary, correnti cosmiche, meteoriti », nella Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali, Pavia, anno IX, 1908, pag. 28, in-8°.

252. « I primordii dell'Astronomia presso i Babilonesi », nella « Scientia » Rivista di scienza, Bologna, vol. III, 1908, pag. 50, in-8°.

253. « I progressi dell'Astronomia presso i Babilonesi », nella « Scientia » Rivista di scienza, Bologna, vol. IV, 1908, pag. 34, in-8°.

254. « Osservazioni sulle stelle doppie, serie II », Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. XLVI, 1909, pag. XXI-225, con una tavola, in-8° grande.

255. « Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte, fatte nella Specola Reale in Milano con l'equatoriale Merz-Repsold, durante l'opposizione del 1890: Memoria settima ». Reale Accademia dei Lincei. Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, anno CCCVII, 1910, pag. 60, con 5 tavole, in-8° grande.

256. « Ignazio Porro », nella Rivista di Astronomia, Torino, 1910, pag. 12, in-8°.

\* \*

Sommano a 256 le pubblicazioni dello Schiaparelli, senza contare le pagine sparse e le lettere della sua corrispondenza scientifica, le quali sono molte, quattromila e più le scambiate dal 1863 al 1900. Si dura fatica a credere che la vita di un sol uomo abbia potuto bastare a così grande mole di lavori: ma egli era diligente, assiduo, tenace, instancabile, avaro del tempo suo: nei suoi anni migliori lavoratore rapido: tutto faceva presto e bene: per riposare cambiava di occupazione.

Eppure così immenso lavoro, piedestallo incrollabile di una fama imperitura, non basta a dare intera la misura dell'uomo, del suo vasto intelletto, della sua dottrina. È difficile rendere al vero la complessa e robusta compagine morale dello Schiaparelli, la molteplicità delle attitudini sue, tutte docilmente obbedienti a una volontà sovrana. Abitualmente taciturno e pensoso, sol che lo volesse, trasformavasi in parlatore facile, vivace, affascinante.

A dare un'idea viva di un tal uomo, non v'è che una sola via possibile: colpirlo in momenti diversi e fuggevoli, ricorrere a particolari minuti di sua vita, penetrare del momento fuggevole e del particolare minuto il significato psichico. È la via seguita da Quintino Sella nel suo discorso su Schiaparelli al Congresso del Club alpino in Biella, discorso che i cento biografi dello Schiaparelli hanno messo a ruba e che a me basterà di aver qui ricordato.

Schiaparelli nei mesi estivi cambiava natura: sofferente e insofferente del caldo, diventava querulo, sfiduciato, melanconico, quasi ipocondriaco. « Il caldo è grande », scriveva egli al prof. Giuseppe Lorenzoni, « e gli organi della vita e del lavoro camminano a bassissima pressione: sono incapace di nulla fare: dormire e non più svegliarmi, ecco adesso quale sarebbe la cosa più piacevole per me » <sup>(1)</sup>.

Sentiva per certe scienze una antipatia vera. Il grande amor suo era per l'Astronomia classica; al progresso di essa avrebbe voluto far convergere tutti i mezzi che il Governo era trascinato a concedere per altri scopi, aves-

· <sup>(1)</sup> Lettere del 30 giugno 1873 e del 20 agosto 1875.

sero anche la parvenza di astronomici, e in questo sta la chiave di non pochi rifiuti suoi. e di qualche sua risposta sdegnosa. « Il suo filosofico modo di vedere », scriveva ancora al Lorenzoni, « sulla necessità di piegare i nostri desiderii alle circostanze, e sull'assurdità di volere che le circostanze si pieghino ai nostri desiderii può da me essere più ammirato che imitato. L'antica massima « chi non può quel che vuol, quel che può voglia », non potrà mai passarli in sangue »<sup>(1)</sup>. Costretto a qualche lavoro non di genio suo, vi si piegava e sempre con successo, ma se ne irritava, e talora si abbandonava a certe volate impulsive, geniali, punto pratiche. Se ne avvedeva egli: « infine con questo mio arrabbiarmi continuo », scriveva, « per non poter fare quello che voglio e per dover fare quel che mi ripugna, che cosa guadagno? Nulla. Che cosa perdo? La quiete necessaria per far bene quello che faccio. Eppure è invincibile la mia natura in questo »<sup>(2)</sup>.

Aveva un modo tutto suo di ricevere visite. Con tutti a prima giunta freddo, riserbato e quasi diffidente, invitava a sedere e stava a sentire. Se erano di complimento e di pura forma le parole rivoltegli, rispondeva svolgiato brevi frasi non sempre cortesi, e le visite naturalmente non si prolungavano nè si ripetevano. Se gli si esponevano fatti, e gli si facevano domande serie e concrete, rotto il ghiaccio, improvvisamente si rasserenava, prendeva a parlare con grande naturalezza e a lungo, e le parole sue, pratiche, dotte, sapienti, ricche del più puro idealismo scientifico, gustosamente classiche, raro era che non gettassero vivi e sorprendenti e inaspettati sprazzi di luce sull'argomento al quale si riferivano. In quegli istanti appariva egli più grande di quello che per fama lo si credesse; nè io conobbi uomo che, avvicinato, più di lui grandeggiasse. Quanti poterono avvicinarlo, lo ammirarono.

Nell'intimità aveva modi semplici e spontanei, carattere rigido, austero, talvolta impetuoso, ma buono; tutti di sua famiglia, senza distinzione, più che amarlo, lo idolatravano per la sua sostanziosa, e sempre fresca e benefica bontà. Rarissimamente parlava di sè; il suo discorrere era, per sistema, obbiettivo. Nello scrivere, purchè il volesse, sapeva toccare maestrevolmente la corda del sentimento, e commuovere.

Nel 1865, lasciò egli scritto nel già ricordato schizzo autobiografico, sposò Maria Comotti che lo rese padre di due figli e di tre figliuole; perdette questa sua dolce e affettuosa compagna nel 1893; ora è vecchio, e attende a terminare alcuni lavori che gli preme di non lasciare incompiuti.

Portava affetto vivo ai suoi strumenti astronomici: « je suis tellement affectionné à mon 8 pouces, que j'aurai de la peine à m'en séparer. Ce sentiment vous paraîtra pueril peut-être, et pourtant je ne puis m'en délivrer »<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Lettera del 24 dicembre 1874.

<sup>(2)</sup> Lettera di cui sopra.

<sup>(3)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 15 ottobre 1882. •

\*  
\* \*

Era, come pochi, padrone della lingua latina: e in essa, l'occasione presentandosi, sapeva scrivere splendidi versi. Inviando al professor Tito Vignoli la sua Memoria III su Marte, egli scriveva, quale dedica al « Viro perillustri, amico maxime colendo », 50 versi, dei quali, per cortesia del Vignoli, io posso qui trascrivere i primi 14:

Navita Iasonius narrare desinat, et quae  
Fabula Maeonii claruit arte senis;  
Non hodie Cadmus, non Trojae victor Atrides,  
Non pius Aeneas carmine dignus erit.  
Quid fictis opus est implere poemata fastis?  
Vera mihi astrorum candida Musa canit.  
Audi, quae Insubricis prodit miracula ab oris  
Uranie, Batavo ludere docta vitro.  
Aspice, quas mutat facies Mavortius aster,  
Dum vice perpetua vertitur axe suo.  
Ecce novos poteris visu discurrere mundos,  
Nulli terrigenūn litora visa prius:  
En sulcos duplices, rutilo quos duxit in orbe  
Ignotus terris Daedalus arte nova.

E così via per ben 25 distici, gli ultimi dei quali magnifici per impeto lirico.

In versi latini usò egli scrivere ancora a scienziati stranieri, e in lingua latina dettò anche le annotazioni sue all'Astronomia di Albatenio.

Col professor Vignoli aveva lo Schiaparelli frequenti e lunghe conversazioni su argomenti vari, ma specialmente di filosofia naturale; e poichè la indole sua lo portava a meditare, a ruminare, se la parola mi è concessa, su ogni fatto che gli si presentasse alla mente, dette conversazioni eccitarono il suo studio comparativo <sup>(1)</sup> tra le forme organiche naturali e le forme geometriche pure, pubblicato nel 1898 e nel quale per la prima volta si tenta di indagare se nei semplici, chiari e rigorosi principj, che presiedono alla classificazione delle forme geometriche pure, si può trovare luce per rischiarare l'oscuro e difficile problema della classificazione dei regni organici, e lo studio delle relazioni di carattere che collegano e distinguono ad un tempo le infinite varietà degli esseri viventi.

Recò qualche sorpresa questa pubblicazione, che nessuno si sarebbe da lui aspettata; e a proposito di essa egli scriveva: « io mi trovo nella posizione singolare di un uomo, il quale, avendo trovato nella polvere della strada non so che di lucente, l'ha raccolto, senza essere però in grado di

<sup>(1)</sup> Vignoli T. e Schiaparelli G. V. *Peregrinazioni antropologiche e fisiche di T. Vignoli*. — *Studio comparativo fra le forme organiche naturali e le forme geometriche pure di G. V. Schiaparelli*. Milano, pag. XII, 367, in 16°. Hoepli 1898.



decidere se sia un prezioso diamante o un pezzo di vetro, e per saperlo sia obbligato a ricorrere ai gioiellieri: in altri termini, io attendo il verdetto dei naturalisti, al quale son deciso di rassegnarmi in tutto e per tutto »<sup>(1)</sup>. Quanto brio, quanta freschezza giovanile in queste parole! Esse portano l'impronta viva, caratteristica dello Schiaparelli.

\* \*

La mente ne era così vasta ed equilibrata, la coltura così varia, che, senza addarsene, egli possedeva il segreto di colpire e di abbagliare altrui colle sorprendenti cognizioni sue.

Dotti professori erano dubbiosi sul come giudicare una dissertazione dal titolo: *Le tribù nomadi della Palestina e dell'Arabia secondo le memorie dell'Egitto*, e a caso ne parlarono allo Schiaparelli. « La leggerei volentieri » fu la sua risposta; e, letta, ne dava un giudizio scritto, sobrio, informato a grande competenza<sup>(2)</sup>.

Il professore Giuseppe Fumagalli ebbe bisogno di consultare i *Proceedings of the Society of Biblical Archaeology*: ne fece invano ricerca presso importanti biblioteche: si rivolse alla perfine a ben noto libraio, e si sentì rispondere: a questi *Proceedings* io ho un solo abbonato, l'astronomo Schiaparelli. Quale meraviglia se, scrivendo di lui e delle opere sue, il P. G. Giovannozzi dovette affermare che della critica propriamente biblica lo Schiaparelli era tanto al corrente quanto uno studioso specialista?<sup>(3)</sup>.

Caso volle che m'imbattessi in teologo dottissimo, il quale usciva dallo Schiaparelli ed era sbalordito, dicevami, della dottrina di lui in fatto di religioni. Egli ignorava che nella biblioteca privata dell'astronomo di Brera esisteva uno scaffale pieno di opere, lette e annotate, appunto intorno alle religioni, in esse opere comprese le ultime dei più rinomati modernisti.

Mosso da una insaziabile sete di sapere, conosceva i libri sacri di tutte le principali religioni, e aveva studiato a fondo la formazione e lo sviluppo storico del cristianesimo, per il quale nutriva la massima ammirazione e di cui apprezzava soprattutto le alte idealità morali e spirituali. Era convinto<sup>(4)</sup>, per lunga meditazione,

Esse animos nullo perituros temporis aevo;

ma il suo pensiero eminentemente critico, provava un'invincibile ripugnanza per le affermazioni dogmatiche di qualsiasi genere e, non d'altro preoccupato che della ricerca obbiettiva del vero, non sapeva contenersi entro confini segnati dall'autorità anzichè dalla ragione. Tale essendo la posizione intellet-

(<sup>1</sup>) Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 30 luglio 1898.

(<sup>2</sup>) Lettere dei professori V. Inama e A. Sepulcri allo scrivente.

(<sup>3</sup>) Rivista bibliografica italiana. Firenze, 1904, anno IX, n. 1.

(<sup>4</sup>) Bozza di lettera del febbraio 1904, presso la famiglia.

tuale sua rispetto alle confessioni religiose in genere e alla cristiana in ispecie, si intende come egli potesse provare per esse viva simpatia, pur mantenendosi sostanzialmente fuori dell'ambito loro, in quanto religioni positive <sup>(1)</sup>.

Si può nell'accennato ordine d'idee convenire, se ne può dissentire. Esso dimostra però una volta di più quale vasto orizzonte lo Schiaparelli abbracciasse con l'intelletto suo, e quali profonde convinzioni avesse saputo formarsi su problemi che da secoli affaticano le menti. Io sono certo di dire la pura verità, affermando che pochi in Italia erano o sono, quanto lo Schiaparelli era, preparati a salire una cattedra di religioni comparate.

Più si studia lo Schiaparelli, e più si scoprono in lui insospettate, straordinarie attitudini della mente. Egli ed Eugenio Beltrami, due uomini di genialità tutta italiana, si proposero un giorno, con idea bizzarra, di scrivere ciascuno un sonetto, a rime obbligate, sul metodo dei minimi quadrati. Dalla penna dello Schiaparelli uscì il più pazzesco componimento che immaginar si possa <sup>(2)</sup>; e di esso mi permetto trascrivere qui la prima quartina:

Quando trovar ti piaccia il baricentro  
d'un orinale, oppur d'una padella,  
ai minimi quadrati monta in sella,  
e riuscirai, perdio, o ch'i mi sventro.

Chi crederebbe questi versi, di schietto sapore bernesco e pieni di fine umorismo, scritti da chi fu chiamato il curvo ed accigliato astronomo di Brera? Chi penserebbe mai che della stessa mano e della stessa mente siano i due periodi che seguono? « Nello scrivere il libro sull'Astronomia nel vecchio Testamento, io son partito dal principio ammesso anche da s. Agostino e da s. Girolamo, che: *consuetudinis scripturarum est ut opinionem multarum rerum sic narret historicus, quomodo eo tempore ab omnibus credebantur et non iuxta quod rei veritas continebat*. Ecco perchè io ho creduto di ravvisare nelle allusioni astronomiche dell'antico Testamento la pura e semplice opinione corrente degli israeliti su tali argomenti, e ho fatta astrazione totale dal contenuto morale e dogmatico » <sup>(3)</sup>.

\* \* \*

Udii talora esprimere il dubbio che lo Schiaparelli, tutto nella scienza e per la scienza, fosse un tepido cittadino. Niente di più contrario al vero. Certo, egli era nato per una vita di pensiero e di solitudine: non aveva gusto e forse nemmeno attitudini distinte per la vita pubblica; ma egli fu, alla dinastia regnante, profondamente devoto <sup>(4)</sup>, e dell'Italia amatissimo. Pochi

<sup>(1)</sup> Lettera del dottor Attilio Schiaparelli allo scrivente.

<sup>(2)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, aprile 1875.

<sup>(3)</sup> Bozza di lettera del febbraio 1904, presso la famiglia.

<sup>(4)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del gennaio 1893.

cittadini prendevano al pari di lui parte viva agli avvenimenti prosperi o avversi della patria. Professava un culto quasi religioso per quanti avevano combattuto per l'indipendenza nostra; di un fratello morto per essa parlava con sentimento di venerazione. Avrebbe voluto che, almeno per noi italiani, una nuova èra storica sorgesse a fianco della volgare e cominciasse con l'anno di nostra redenzione. Ancora nel 1871 datava una sua lettera latina con le parole: « anno XII instaurationis italiae <sup>(1)</sup> ». Fu, è vero, senatore del Regno negligente, ma a chi ne lo rimproverava rispondeva: « per ora non vogliate fare di un mediocre astronomo un cattivo senatore: non ho interamente deposto l'idea di andare ad occupare il mio posto, quando avrò tempo di studiare un po' le cose di Stato » <sup>(2)</sup>.

Vi è una lettera di lui all'amico suo Costantino Perazzi, la quale più che un lungo discorso vale a definire il carattere del cittadino: « Rendo omaggio allo spirito di sacrificio che ti induce ad accettare di essere ministro nelle presenti difficili circostanze. Fra gli atti di abnegazione che dovrai compiere sia uno dei primi questo, di prendere cognizione della presente lettera, la quale ti scrivo nel desiderio che essa possa essere di qualche utilità alla nostra povera patria. Un'idea mi assedia da qualche anno, la esecuzione della quale sembra a me che potrebbe risolvere una volta per tutte la questione finanziaria. Ridi pure di queste magnifiche premesse, ma abbi la pazienza di leggere, o di far leggere, le poche pagine che accludo. L'idea è semplice: a parecchie persone a cui l'ho comunicata è parsa nuova. Se è falsa e impossibile a mettere in atto, si può cestinar subito; se vi è del buono, avrò fatto il mio dovere » <sup>(3)</sup>.

E dovere di cittadino egli considerava il cogliere a volo, senza preoccupazioni o di tempo o di fatica, ogni occasione, ogni fatto che potesse ispirare, specialmente agli stranieri, rispetto o ammirazione al nome italiano.

Così coi suoi commenti alla *Divina Commedia* cercò egli di contribuire agli studi danteschi, che riteneva atti a meglio svegliare fra noi l'asopito spirito di italianità. Di Leonardo fu ammiratore convinto, e all'Istituto lombardo di scienze e lettere tutti per prova sapevano quanto egli ne conoscesse i manoscritti, e con quanta scienza e coscienza sapesse interpretarli e giudicarli. Riordinò con amore e diligenza, e dal Governo ottenne i mezzi per pubblicare la corrispondenza astronomica di Giuseppe Piazzi e di Barnaba Oriani <sup>(4)</sup>. Trasse dagli Archivi e pubblicò <sup>(5)</sup> le lettere di Ruggero Boscowich, il più geniale dei fondatori della Specola di Brera. Eccitò e consigliò

<sup>(1)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 30 marzo 1871.

<sup>(2)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 15 gennaio 1894.

<sup>(3)</sup> Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 12 gennaio 1894.

<sup>(4)</sup> Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, n. VI, 1875.

<sup>(5)</sup> « Vita e lavori di G. R. Boscowich »: (Život i Ocjena Djela Rugjera Iosipa Boškovića) volume pubblicato dall'Accademia di Agram, 1887.

una nuova riduzione delle osservazioni astronomiche del Piazzì (<sup>1</sup>). Con affetto di discepolo, e con lungo e paziente lavoro curò, insieme con Otto Struve, la stampa dei due ponderosi volumi pubblicati da questa Accademia dei Lincei sulle osservazioni di stelle doppie, del Dembowski (<sup>2</sup>). Alla pubblicazione nazionale delle opere di Galileo, magistralmente condotta da Antonio Favaro, cooperò con consiglio autorevole, e per la profonda conoscenza che di esse opere aveva, e per il culto suo vivo, convinto alla memoria del grande pensatore italiano (<sup>3</sup>).

\* \* \*

Non peranco sono cessate le dispute intorno a Galileo, nè sempre spassionati e veri sono pur oggi i giudizi che si van pubblicando sull'opera sua riformatrice. Per sentimento di dovere lo Schiaparelli prendeva volentieri parte a tali dispute, conservando però sempre quel senso della misura in lui innato. Non sono passati molti mesi, ed egli nel giugno 1909 (<sup>4</sup>) scriveva:

« ... Io ammetto perfettamente, che all'epoca del così detto processo del 1615 la verità dell'ipotesi Copernicana non fosse affatto provata, e meno che mai per gli argomenti che allora Galileo aveva creduto di produrre. Però qualche cosa si era fatto in questa direzione. Copernico non aveva potuto addurre altri argomenti che quelli della convenienza, della semplicità e della simmetria. Ma Keplero aveva dimostrato che, se Tolomeo, coll'introduzione dell'equante, aveva raggiunto una sufficiente approssimazione per gli altri pianeti, per le osservazioni di Marte fatte da Ticone era necessario abbandonare i vecchi ordigni e introdurre un principio nuovo. Guidato da una felice intuizione e aiutato da una straordinaria potenza di calcolo trovò che quelle osservazioni si potevan bene rappresentare coll'uniforme descrizione delle aree intorno al foco di una ellisse. Ticone era morto: libero quindi da riguardi secondari, Keplero poté usar delle osservazioni ticoniche a suo talento. Egli *suppose* l'ipotesi Copernicana e a quella adattò tutti i suoi calcoli, arreca ad essa così quei perfezionamenti che condussero poi alle Tavole Rodolfine. Ma egli non dimostrò che altrettanto non si potesse raggiungere prendendo per base l'ipotesi di Ticone, ed anzi anche lo schema di Tolomeo. Ciò non poteva far egli nè alcun altro prima del 1687, quando comparve la prima edizione dei *Principi* di Newton, cioè sintantochè la ricerca si teneva nei limiti della pura Geometria, senza introdurre alcun principio fisico. La

(<sup>1</sup>) Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, anno XXXIII, 1898. Nota di Francesco Porro.

(<sup>2</sup>) « Misure micrometriche di stelle doppie e multiple, fatte negli anni 1852-1878 dal barone Ercole Dembowski ». R. Accademia dei Lincei, Roma, vol. I, 1883; vol. II, 1884.

(<sup>3</sup>) « Le opere di Galileo Galilei ». Edizione nazionale sotto gli auspici di S. M. il Re d'Italia. Direttore, Antonio Favaro. Coadiutore letterario, Isidoro Del Lungo. Consultori, V. Cerruti, G. V. Schiaparelli.

(<sup>4</sup>) Bozza di lettera presso la famiglia.



stessa terza legge Kepleriana non poteva considerarsi come un argomento in favore del Copernico, perchè con altrettanta probabilità la si poteva invocare a favore del Ticone; solo nel sistema Tolemaico non aveva affatto alcun senso, e quindi si può dire che forniva un argomento contro questo sistema. Ma di questa terza legge non si poteva parlare nel 1615, perchè non fu scoperta che tre anni dopo. Solo la costruzione del sistema planetario, coll'aiuto dei cinque corpi regolari, esposta nel *Mysterium Cosmographicum* avrebbe potuto considerarsi come una dimostrazione: questo ingegnoso tentativo non fu molto felice; Keplero stesso cessò di prenderlo sul serio, quando cominciò la serie di speculazioni esposte nell'*Harmonice Mundi*, che condussero poi alla scoperta della terza legge.

« Galileo alla data del 1615 aveva fatto qualche cosa più che Copernico e Keplero. Nel 1610 colla scoperta delle fasi di Venere egli constatò essere falsa la teoria Tolemaica di Venere e probabilmente anche quella di Mercurio, onde concluse (come aveva già fatto anticamente Eraclide Pontico) che il centro della rivoluzione di questi pianeti doveva essere non la Terra, ma il Sole. Sullo scorcio del 1611, o sul principio del 1612, dai suoi calcoli sulle stelle Medicee (condotti a dir la verità con un'imperizia che fa strano contrasto coll'arte aritmetica di Keplero) fu condotto a ciò che si deve considerare come la più notevole sua scoperta in fatto di Astronomia teoretica. Egli aveva fin allora condotto questi calcoli sempre nel sistema geocentrico, cioè supponendo che il moto dei satelliti fosse uniforme rispetto alla linea condotta dalla Terra al centro di Giove. Dopo alquanto considerazione finalmente scoprì, che il moto di essi satelliti, visto dalla Terra, conteneva una ineguaglianza avente per periodo la rivoluzione sinodica di Giove, e che la linea di riferimento, rispetto a cui il moto delle Medicee doveva considerarsi come uniforme, era quella che va dal Sole a Giove. Per ottenere una circolazione uniforme si doveva dunque riferire questa circolazione al Sole e non alla Terra. Perciò egli introdusse nel moto apparente dei satelliti la correzione da lui chiamata *Prostaferesi*, la quale come per incanto aggiustò ogni cosa. Con questa importante scoperta (considerando la quale io non potrò mai indurmi a negare a Galileo il titolo di Astronomo e di nobile Astronomo) fu dimostrato che il centro del moto di Giove era il Sole e non la Terra, e che, con plausibile congettura, lo stesso si doveva pensare di Marte e di Saturno.

« Galileo dunque nel 1615 non aveva dato la dimostrazione del sistema eliocentrico non più che Copernico e Keplero, ma egli aveva fatto qualche cosa più di loro, aveva dimostrato *false* le teorie Tolemaiche dei cinque pianeti; aveva dimostrato che tutti hanno il Sole per centro dei loro movimenti. Arrivato a questo punto, egli credette di aver dimostrato la verità dell'ipotesi di Copernico: troppo presto disse: *Tertium non datur!* Qui fu tutto il suo errore; errore molto perdonabile se ben consideriamo ogni cosa. Poco informato dei lavori altrui, pare che egli ignorasse l'idea di Ticone.

Egli parla dappertutto dei *due massimi sistemi*, e non mi ricordo di aver trovato mai alcuna menzione di un terzo massimo sistema, la cui adozione era in quel tempo la più logica e la più opportuna, come quella che avrebbe conciliato in modo per tutti soddisfacente il rispetto a ciò che allora si credeva la sola legittima interpretazione del testo biblico, con ciò che allora si poteva considerare come legittima conseguenza delle osservazioni degli astronomi e di Galileo medesimo.

« Vediamo così che quando Galileo affermava nel 1615 di aver in mano prove indiscutibili del sistema Copernicano, egli parlava con tutta sincerità e diceva cosa di cui era realmente convinto... ».

E a me questo frammento di lettera parve veramente degno di entrare in una commemorazione dello Schiaparelli, e degno insieme di essere pubblicato negli Atti dell'Accademia dei Lincei, dove ancora aleggia lo spirito di Galileo. Non si potrebbe con opportunità maggiore e con pari senso di italianità mostrare come si debba con occhio vigile difendere e onorare i nostri grandi trapassati; con più onesta parola rivendicare a Galileo un titolo di gloria a lui dovuto; con spirito più sereno, con visione più sicura e precisa delineare al vero un momento storico importantissimo della scienza.

\*  
\* \*

Io sento, signori, di avere omai messa a dura prova la benevolenza vostra; peggio ancora, tem'io di esservi riuscito a noia. Ma pur troppo io non ho finito; io non ho peranco ricostruita tutta l'opera del Maestro insigne.

Giovane ancora lo Schiaparelli già coltivava il disegno di una storia delle Matematiche e dell'Astronomia. « Res enim — sono sue parole — mihi *maximi* momenti semper visa est, ut disciplinarum, quibus operam damus, primordia et origines ea, qua, post tot saeculorum decursum tantaque monumentorum inopia, adhuc possumus, diligentia inquirere » <sup>(1)</sup>.

Al vasto disegno, limitato in seguito alla sola Astronomia, non cessò egli pur un istante di pensare. Per esso andò con paziente tenacia raccogliendo materiali; ad esso andò coordinando studî, ricerche, pubblicazioni minori, letture, annotazioni, sicchè l'opera vagheggiata per anni e anni erasi alla perfine maturata nella vasta mente sua.

Di una storia dell'Astronomia antica, quando morte l'incolse, egli aveva già scritto, anzi trascritto, come era abitudine sua, nitidamente e di suo pugno la prefazione e un capitolo. L'una e l'altro io ebbi dalla cortesia del figlio di lui primogenito, dottor Attilio, e io sono certo d'interpretare il pensiero dell'estinto l'una e l'altro qui pubblicando. A questa antica e storica Accademia dei Lincei egli portava affetto vivo. Dell'avvenir suo preoccupavasi, e,

(1) Archivio del R. Osservatorio di Brera, bozza di lettera del 30 marzo 1871.

così come altri illustri prima di lui, la considerava come un'istituzione nazionale che, alimentata dal lavoro intellettuale dell'Italia risorta, era destinata a dare indirizzo e norma al pensiero italiano moderno. A nessun'altra accademia egli avrebbe certo voluto affidare i frammenti del suo ultimo libro.

« Nel lungo intervallo di tempo », così comincia la prefazione, « trascorso dall'epoca in cui Bailly e Delambre scrissero le loro monumentali storie dell'Astronomia <sup>(1)</sup>, nessun'altra opera è venuta in luce che a quelle si possa comparare per estensione e profondità di ricerche, specialmente per quanto concerne l'Astronomia degli antichi. Nelle storie di Maedler, di Hoefer e di Wolf (a non parlare che delle più note), concepite secondo un piano assai men vasto, gli Autori, obbligati a dedicare gran parte della opera loro ai grandi e maravigliosi progressi dei tempi moderni, non trattarono degli antichi che in modo assai succinto, e si contentarono per lo più di riassumere in breve spazio le narrazioni di quei sommi e veri storici della nostra scienza, senza tener conto delle numerose ricerche speciali e degli importanti risultati che il secolo XIX aveva prodotto in questa parte, come in ogni altra dello scibile umano.

« Non v'è quasi capitolo dell'Astronomia antica, che in quest'intervallo non sia stato parzialmente od anche interamente rinnovato. A ciò cooperarono: le ricerche di molti eruditi, armati di metodo critico sicuro e potente, che gli scrittori antecedenti poco avevano conosciuto; lo studio più diligente e più esatto degli antichi autori, oggi rappresentati da edizioni fatte sui codici accuratamente fra loro comparati, e assoggettati a severa discussione; infine le grandi e maravigliose scoperte archeologiche, per cui tutta fu rinnovata la storia delle antiche nazioni dell'oriente, e ci fu dato prendere anche una cognizione più che superficiale della loro coltura nelle arti e nelle scienze. I monumenti astronomici degli Egiziani furono studiati da Lepsius e da Brugsch. I *coctiles laterculi* da tanto tempo sepolti, che a migliaia e miriadi ritornano alla luce dalle rovine di Ninive e di Babilonia e dei vecchi templi della bassa Caldea, hanno dato sull'Astronomia dei Babilonesi informazioni assai più estese e sicure di quelle che ci tramandarono i Greci. Le acute e perseveranti indagini di Sayce, Strassmayer, Epping e Kugler, sostenute da uno spirito di divinazione quasi portentoso, hanno dimostrato che il merito acquistato dai Babilonesi nel creare, e soprattutto nel diffondere, le dottrine astronomiche, è stato grande ed inferiore soltanto a quello dei Greci.

« Nello studio dell'Astronomia indiana, Bailly, portato da troppo fervida immaginazione, e Bentley, animato da uno spirito di negazione altrettanto

(1) Bailly, *Histoire de l'Astronomie ancienne, depuis son origine jusqu'à l'établissement de l'Ecole d'Alexandrie*, Paris, 1775; *Traité de l'Astronomie Indienne et orientale, ouvrage qui peut servir de suite à l'Histoire de l'Astronomie ancienne*. Paris, 1787.

esagerato, fecero entrambi falsa strada in direzioni opposte. La confusione che ne nacque non potè essere levata neppure dal genio prudente e dagli scritti ponderati di Colebrooke; essa si rispecchia fedelmente nella esposizione che Delambre ha fatto di questo argomento. Soltanto a partir dalla metà del secolo XIX, e primamente in conseguenza degli studi estesissimi e sistematici di Cristiano Lassen e di Alberto Weber sulle antichità e sulla letteratura degli Indiani, cominciarono ad ordinarsi alquanto le idee anche sulla storia della loro Astronomia; al che cooperarono pure efficacemente le fatiche di Burgess e di Whitney. Intanto s'impadronirono di questa materia alcuni *panditi* indiani educati al metodo e allo spirito europeo di investigazione: molti libri sanscriti d'Astronomia, di cui appena si sapeva il nome, vennero fuori dalle loro tenebre secolari: così che Thibaut, dopo pubblicati i cinque Siddhanta (o trattati di astronomia) più antichi, riuscì a presentare i fatti e i documenti relativi all'Astronomia indiana secondo un ordine istorico sicuro nelle sue linee principali, e capace di fornire una solida base alle investigazioni avvenire.

« Nell'Astronomia dei Greci le innovazioni portate dai nuovi studi non furono di carattere così radicale, soprattutto nell'ultimo e più brillante periodo, comprendente i lavori di Ipparco e di Tolomeo. Tuttavia non mancarono scoperte interessanti, come quella dell'iscrizione di Keskinto. Si è riconosciuto inoltre, che il vuoto di quasi trecento anni fra quei due sommi astronomi è stato fino ad oggi soltanto apparente: più attente ricerche han fatto scoprire vestigia di due sistemi d'Astronomia planetaria, di cui si è potuto ricostruire in parte i caratteri più importanti. Le idee dei filosofi Greci sulla costruzione dell' Universo sono state meglio studiate e ridotte ai risultati più probabili; l'Astronomia di Filolao e quella di Platone spiegate nella loro vera natura: le teorie planetarie di Eudosso furono per la prima volta intese ed apparvero agli occhi di tutti, nella loro sorprendente genialità, come uno dei monumenti più importanti del genio ellenico. Qualche luce pur si è fatta sull'evoluzione d' idee, che condusse Eraclide Pontico ed Aristarco a prevenire, in tutto od in parte, le idee di Ticone e di Copernico. I cicli solari e lunari dei Greci, ed in generale tutta la loro Cronologia è stata sottilmente indagata e verificata. Fra gli eruditi che con maggior successo si affaticarono in questi studi, son da nominare principalmente Augusto Boeckh, Lodovico Ideler, Augusto Mommsen, H. Martin, Paolo Tannery, Ermanno Diess, Federico Hultsch. E sarà sempre in onore presso gli studiosi un'altra pleiade di dotti che spese le sue fatiche a procurare edizioni critiche degli autori classici usati come fonti principali di questa storia: nella quale brillano i nomi di Friedlein, Heiberg, Hiller, Wachsmroth, oltre ad alcuni dei già sopra nominati. Per loro merito oggi è possibile di leggere gli scritti degli antichi matematici e degli antichi astronomi in quella miglior forma, che oggi sia ancora possibile ottenere.



« Insomma, la storia dell'Astronomia antica è oggi quasi in ogni parte ben diversa da quella che Bailly e Delambre, e sul loro esempio anche le opere posteriori, ci hanno presentato. L'opportunità di ripigliare questo tema facendo tesoro di tutte le indagini moderne è evidente. Meno opportuno sembrerà che si accinga a tal difficile impresa un astronomo, che tutta la sua vita passò fra le osservazioni ed i calcoli, ed a cui mancò la possibilità di acquistare, nella misura necessaria, tutto quel capitale di cognizioni che sole possono rendere sicura l'indagine critica delle antichità, e specialmente delle antichità orientali: uno che dovrà parlare degli Egiziani senza nulla conoscere dei caratteri geroglifici; dei Babilonesi senza saper leggere i cuneiformi; degli Indiani senza poter comprendere i libri sanscriti, e via. La mia discolpa (se pure una discolpa è possibile) sta in questo: che finora non si è trovato un uomo capace di dominare simultaneamente tutte quelle lingue e tutte quelle letterature al punto, da poter giudicare con proprio ed indipendente giudizio sopra tutte le infinite questioni grandi e piccole (spesso pur troppo son questioni filologiche) le quali si presentano ad ogni passo in questa vasta, difficile ed astrusa materia. E finchè non nasca un tal uomo, la storia dell'antica Astronomia non potrà essere che un'opera di sintesi, per una parte della quale il fondamento sarà da cercare, non nei documenti primitivi, ma negli scrittori che trassero alla luce questi documenti, e con special studio ne dedussero risultati certi o almeno probabili: quindi nelle Memorie degli egiptologi, degli assiriologi, degli indianisti, dei sinologi, ecc. In simil condizione di cose, lo scrittore avrà fatto il suo dovere, quando egli sia ben informato del grado di fiducia di cui son degni i lavori a cui attinge: quando fra conclusioni frequentemente contraddittorie saprà con tatto e diligenza trovare la via per giungere al risultato più probabile: quando si mostri egli stesso sia naturalmente fornito di quel senso storico, senza del quale si è irrevocabilmente condannati a perdere la dritta via. Io non so fino a qual punto il presente libro soddisferà a tali condizioni; il lettore perito veda e giudichi. E sarò soddisfatto se i difetti da me non potuti evitare, daranno ad altri occasione ed incitamento a far opera migliore ».

Delle epoche e divisioni nella storia dell'Astronomia tratta lo Schiaparelli nel seguente secondo frammento da lui lasciato, e più sopra già accennato. È un frammento che, a mio credere, era destinato a diventare o l'introduzione del libro, o il primo capitolo, o almeno di questo la parte principale.

« I limiti di tempo secondo cui va divisa la storia dell'Astronomia nei suoi periodi, non sono stati da tutti assegnati in egual modo. Per Bailly la storia dell'Astronomia ha cominciato almeno quaranta secoli prima di Cristo nell'Asia centrale, per opera di un popolo eminentemente civile, dal quale tutte le scienze e le arti sarebbero state diffuse su tutta l'Asia, sull'Europa e sull'Egitto: popolo di cui fu detto che *ci insegnò ogni cosa, salvo il suo*

*nome e la sua esistenza*: del cui alto sapere anche nell'Astronomia pochi ma certi indizî il Bailly ravvisava nelle storiche tradizioni dei primi tempi. Una derivazione della sua Astronomia sarebbe quella degli Indiani, che già nell'anno 3102 prima di Cristo sarebbe giunta al grado di perfezione sufficiente per produrre le famose tavole astronomiche di Tirvalur, da lui riferite a quell'epoca. Questa è per Bailly propriamente l'Astronomia antica, della quale sarebbero rimaste altre poche ed isolate tracce in ciò che si sa dei Babilonesi, degli Egiziani e dei Greci anteriori ad Alessandro. Non è dunque da meravigliarsi, che Bailly termini l'Astronomia antica colla creazione della scuola di Alessandria, dovuta ai primi Tolomei. Per lui, i lavori di Apollonio, d'Archimede, d'Ipparco, di Tolomeo, già appartengono all'Astronomia moderna.

« Con miglior criterio Delambre ha diviso la storia dell'Astronomia in *antica, medioevale e moderna*, attenendosi presso a poco ai limiti corrispondenti, con cui si suol dividere la storia politica. Quindi, egli determina il finire dell'Astronomia antica colla fine della scuola d'Alessandria (verso il 650 di Cristo), includendovi ancora l'Astronomia degli Indiani e dei Cinesi. Quella degli Arabi e dei Tartari attribuisce al Medio Evo, al quale assegna pure l'Astronomia dei Latini d'Occidente fino a Copernico: il quale si suole generalmente considerare come il principio del periodo moderno.

« Questo modo di vedere, che oggi è generalmente adottato, servirà pure a determinare la materia del presente libro; dove dalle prime origini si condurrà la narrazione fino all'estinzione delle scuole di Atene e di Alessandria. L'Astronomia degli Indiani e quella dei Cinesi saran condotte fino al punto in cui esse perdono il loro carattere originale, per modellarsi sulle dottrine dei Greci, importate dai Maomettani.

« Confessiamo tuttavia che tale determinazione dei limiti dell'Astronomia antica è dettata piuttosto da pratica opportunità che dalla natura della cosa. Chi volesse seguire la pura ragione scientifica e dividere la storia dell'Astronomia secondo le fasi fondamentali della sua evoluzione progressiva, dovrebbe attenersi ad un sistema ben diverso. Infatti è noto, che l'Astronomia degli Arabi, dei Tartari, dei Persiani musulmani, degli Ebrei medioevali, e dei Latini d'Occidente fino a Copernico non presenta alcuna differenza essenziale rispetto a quella dei Greci, quale è rappresentata dall'Almagesto. All'epoca del Risorgimento, Purbach e Regiomontano non fanno altro che spiegare e commentare quel famoso libro. E se ben si considera, Copernico medesimo non è altro che un continuatore dei Greci; poichè all'idea fondamentale di Aristarco egli adattò i metodi geometrici di Ipparco e di Tolomeo. Nè gli strumenti di Ticone, nè i suoi metodi d'osservazione includevano alcun principio importante, che non fosse noto e praticato dai Greci e dagli Arabi. Keplero egli stesso, il quale ruppe l'incantesimo dei moti circolari, considerò ancora le rivoluzioni celesti come un problema di geometria e di proporzioni



numeriche, nè più nè meno di quanto facessero i Pitagorici e Platone. Certo la gloriosa triade Copernico, Ticone e Keplero fu quella che preparò le vie all'Astronomia nuova; essi però si aggirarono ancora nel circolo delle idee antiche, delle quali gli ultimi rappresentanti furono: nella pratica delle osservazioni, Evelio: nella teoria, il P. Riccioli. Con questi finisce veramente la storia dell'Astronomia antica, nella seconda metà del secolo XVII.

« L'Astronomia moderna ebbe origine quando si cessò dal considerare gli astri come corpi di natura diversa dai corpi terrestri, e si incominciò a supporli assoggettati alle medesime leggi fisiche e meccaniche: quando il telescopio fu applicato all'osservazione del cielo, e alle misure angolari: quando la Dinamica creata da Galileo venne applicata da Newton al calcolo della figura e del movimento dei pianeti, dei satelliti e delle comete. Essa ricevette un grande e desiderato complemento, quando allo studio delle forme e dei movimenti si aggiunse l'indagine chimica dei corpi celesti per mezzo dell'analisi spettrale. La storia di questa nuova Astronomia è appena cominciata, ma già i suoi annali sono straordinariamente copiosi. Niuno può dire oggi quando il periodo, cominciato nel corso del secolo XVII, si potrà considerare come finito, ed a qual genere di grandiose scoperte si dovrà la inaugurazione del periodo consecutivo. Beati quelli che vivranno in quel tempo! ».

Sono i due frammenti trascritti una prova tangibile di ciò: che il libro sulla storia dell'Astronomia antica era omai dallo Schiaparelli stato concepito e pensato in ogni sua parte. Pochi anni ancora di vita avrebbero a lui bastato per dare alla letteratura scientifica del nostro paese un libro classico, che oggi manca ad essa non meno che alle letterature straniere, e che avrebbe tracciato magistralmente lo stato attuale e progredito delle cognizioni nostre sulle origini dell'Astronomia. È a deplorare che la vita siagli venuta meno a opera così nobile e sapiente. Quale uomo potrà oggi por mano ad essa? Forse nessuno; certo niuno con pari, lunga, seria preparazione e dottrina, con sì innato e perfezionato senso storico, con forma più pura e più atticamente italiana, perchè schiettamente italiano era l'ingegno suo, veramente italiane erano la versatilità e l'universalità delle sue attitudini mentali, delle quali nostra stirpe seppe e sa dare esempi nobilissimi, perchè infine il lungo studio e il grande amore avevano insegnato a lui, come già agli uomini nostri del rinascimento, il segreto di parlare al mondo il linguaggio della scienza universale.

Io ho finito, o signori: ma permettete che, prima di chiudere questo discorso sullo scienziato col quale ebbi sì lunga consuetudine di vita e di pensiero, io renda un omaggio riverente all'uomo rigido, nobilmente onesto, che tutto volle ripetere dal proprio ingegno e dal proprio lavoro; all'opera sua lunga, pertinace, meravigliosa e sempre obbiettiva; all'idealismo, terso come cristallo, al quale il forte suo ingegno non cessò un istante di ispirarsi;

alla vita sua disinteressata, pura, senza un neo. A lui pensando, l'anima mia di scienziato e di italiano esulta: onore a questa nostra antica e santa terra di civiltà, che, creduta stanca e sterile, seppe, appena risorta a vita nuova e libera, meravigliare il mondo con le opere sue, riannodare il presente al suo passato glorioso, l'Italia risorta all'Italia del rinascimento: a Giovanni Schiaparelli, figlio e cittadino degnissimo della patria nostra, gloria!

## CORRISPONDENZA

Il VICEPRESIDENTE dà comunicazione dei due seguenti telegrammi fatti trasmettere all'Accademia dalle LL. MM. il RE e la REGINA MADRE, in ringraziamento degli auguri alle LL. MM. inviati dall'Accademia stessa in occasione dei Loro Genetliaci.

Senatore BLASERNA, Presidente R. Accademia dei Lincei, Roma.

Il cortese omaggio da Lei reso in nome di cotesto insigne Istituto è stato accolto con particolare gradimento da S. M. che ne desidera espresse vive grazie alla S. V. On.ma ed agli illustri suoi Colleghi.

MATTIOLI.

Onorevole BLASERNA, Presidente Reale Accademia Lincei, Roma.

A Lei e componenti tutti cotesta Real Accademia ringraziamenti vivissimi riconoscenti da parte S. M. la Regina Madre, molto grata voti espressile per augusta sua genitrice.

La Dama d'onore: M.<sup>sa</sup> DI VILLAMARINA.

E. M.



